DIE COPEPODEN

DER

UNTERIRDISCHEN GEWÄSSER.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

EDUARD GRAETER

AUS BASEL.

Mit 21 Figuren im Text und auf Tafel I—III sowie einer Kartenskizze.

STUTTGART 1910.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser.

DIE COPEPODEN

DER

UNTERIRDISCHEN GEWÄSSER.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT BASEL

ACAD.
LUGD.BAT.
RIBL.

VORGELEGT VON

EDUARD GRAETER

AUS BASEL.

Mit 21 Figuren im Text und auf Tafel I—III sowie einer Kartenskizze.

STUTTGART 1910.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser.

Genehmigt von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät auf Antrag der Herren Professoren Dr. Fr. Zschokke und A. Fischer.

Basel, den 7. Dezember 1909.

Prof. Aug. Hagenbach
Dekan.

Sonderabdruck aus dem Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde Bd. VI. 1910.

Einleitung.

In der Naturbeschaffenheit der Schweiz liegt es begründet, daß von diesem Lande die Erforschung der Seen und des Hochgebirges bahnbrechend ausgegangen ist. Umgekehrt müssen wir es dem Mangel an größeren, zugänglichen Höhlen zuschreiben, daß die Schweiz mit der Untersuchung des unterirdischen Gebietes so weit hinter den höhlenreichen Ländern, Österreich, Frankreich und Nordamerika zurücksteht. Wohl kennt man auch in der Schweiz seit langer Zeit vereinzelte Tropfsteinhöhlen, aber erst nach Erschließung des ausgedehnten Höll-Loches im Beginn dieses Jahrzehntes wurde die Aufmerksamkeit auf die Höhlenwelt gelenkt. Dies veranlaßte auch Herrn Prof. Zschokke, mich zur zoologischen Untersuchung dieses verheißungsvollen Gebietes zu ermuntern. Wenn es schon anfänglich meine Absicht war, die gesamte Höhlenfauna zu berücksichtigen, so mußte ich doch bald die Schwierigkeit eines solchen Beginnens einsehen. Die Fauna ist nämlich bei weitem nicht so ärmlich, wie sich nach ältern Arbeiten über Höhlenfauna erwarten ließ. Nach einigen interessanten Copepodenfunden beschränkte ich mich deshalb auf das Studium dieser Gruppe, wobei mir die Hilfe meines Bruders Dr. Albert Graeter sehr zu statten kam.

Wenn ich in dieser Arbeit, außer Copepoden, auch andere Tiere erwähne, so geschieht dies nicht allein, um von den Höhlen ein richtiges, biologisches Bild zu geben, sondern weil für die Schweiz, mit spärlichen Ausnahmen, noch keine Publikationen über Höhlenfauna existieren. Von *Asellus cavaticus* kannte man bisher nur einen einzigen Fundort, von *Niphargus* mit einer Ausnahme nur oberirdische.

Die mehrfachen Funde des neuen *Dendrocoelum infernale* Steinmann zerstörten die landläufige Ansicht, daß jede blinde, weiße Planarie, die man in Höhlen findet, mit *Planaria cavatica* Fries identisch sei, und wenn man bis jetzt immer glaubte, daß die Molluskengruppe der Lartetien im schweizerischen Jura fehle, so ist dies durch zwei Fundorte im Rhein- und im Rhonegebiet widerlegt.

Um einen möglichst großen Überblick über die unterirdisch lebenden Copepoden zu gewinnen, begnügte ich mich nicht, meinem Untersuchungsgebiet weite Grenzen zu stecken, sondern schrieb auch an verschiedene Höhlen- und Copepodenforscher mit der Bitte um Material, leider ohne Erfolg. Einzig Herr Dr. E. G. Racovitza sandte mir welches, das dann eine wertvolle Ergänzung des von mir erbeuteten bildete.

Außerdem schickte mir Herr Dr. A. Thienemann von sich aus zahlreiche Copepoden, die er in westfälischen Höhlen gesammelt hatte.

Beiden Herren sei hier mein aufrichtiger Dank ausgesprochen.

Über das Ausbleiben weiterer Sendungen konnte ich mich leicht hinwegtrösten. War es mir doch auf diese Weise vergönnt, alle meine Untersuchungen an lebendem Material vorzunehmen, eine Arbeit, die nicht nur angenehmer, sondern auch weit wertvoller ist. Die Irrtümer, die wir dem Arbeiten mit konserviertem Material verdanken, sind so zahlreich, daß man, wenn immer möglich, sich lebenden Materials bedienen sollte. Wenn durch meine Untersuchungen andere Spezialisten veranlaßt werden, in Gebieten, die ihnen erreichbar sind, ähnliche Nachforschungen vorzunehmen, so ist der Systematik der Copepoden sicher besser gedient, als wenn ich einige zweifelhafte Arten aufgestellt hätte, deren Eigentümlichkeiten sich infolge der Konservierung nur sehr unvollkommen hätten erkennen lassen.

Es sei mir erspart, allen Freunden, Laien sowohl als Fachkollegen, die mir bei meinen oft abenteuerlichen Expeditionen mutig und hilfsbereit zur Seite standen, einzeln zu danken.

Jede gemeinsame Fahrt bildet eine unauslöschliche Erinnerung und das Bewußtsein zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen zu haben, mag auch den Begleitern eine kleine Genugtuung bieten. Für schriftliche Auskünfte aller Art schulde ich Dank den Herren Prof. Schmeil in Heidelberg, Dr. Racovitza in Paris, Prof. Vejdovsky in Prag, Prof. Steuer in Innsbruck,

Dr. van Douwe in München, Dr. Ekman in Upsala, Prof. Vosseler und Geyer in Stuttgart, Prof. Fuhrmann in Neuenburg, Dr. Thienemann in München, Dr. Bresslau in Straßburg und Dr. Absolon in Brünn. Herr Dr. E. Thommen hatte die Freundlichkeit, mir schwedische und dänische Texte zu übersetzen.

Zum Schluß sei mir vergönnt, meinem verehrten Lehrer Herrn Professor Zschokke den herzlichsten Dank auszusprechen. Er gab mir die Anregung zur vorliegenden Arbeit, und hat sie durch Beschaffung zahlreicher Literatur und durch seine Ratschläge in weitem Maße gefördert.

Die bis heute in unterirdischen Gewässern gefundenen Copepoden.

Schon seit mehreren Jahrzehnten haben die Copepoden der unterirdischen Gewässer die Aufmerksamkeit sowohl der Höhlen- als der Copepodenforscher auf sich gelenkt.

Noch keine 50 Jahre waren vergangen, seit Jurine die ersten jetzt bekannten Süßwasserarten beschrieben hatte, als Pratz und drei Jahre später Frey das Grundwasser von München untersuchten. Beide Arbeiten sind in Schmeil's umfassender Monographie über Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden ausführlich besprochen. Außer mehreren bekannten Arten, stellten sie einige neue auf, die jedoch Schmeil den unsicheren zuweist, oder mit bekannten identifiziert.

Ungefähr zur selben Zeit fand Brady in einer englischen Kohlenmine einen Harpacticiden *Attheyella cryptorum.*

Die Art ist wahrscheinlich synonym mit *Canthocamptus pygmaeus* Sars, allenfalls eine Varietät desselben. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß sowohl die lebenden, als die von Brady konservierten Exemplare kein Augenpigment aufwiesen. Übrigens fand Schmeil auch bei *Canthocamptus pygmaeus* den Pigmentkörper des Auges auffallend klein.

In seiner Arbeit über die »Krustentiere« Böhmens erwähnt Frič »tiefe Brunnen« als Fundorte für *Cyclops fimbriatus* und *bicuspidatus.* Für diesen führt er den Namen »Brunnenhüpferling« ein. Als typische Quellbewohner gibt er *C. strenuus* und *fuscus* an, sowie *serrulatus*, wenn die Quellen reich an Vegetation sind.

Poppe, Rehberg und Lauterborn wiesen in Brunnen auf Helgoland Copepoden nach und *Cyclops helgolandicus* Rehbg. galt als eigene Art, bis Schmeil ihn als Varietät von *Cyclops bicuspidatus* charakterisierte. Von diesem unterscheidet ihn seine vierzehngliedrige Antenne, ein Merkmal, das er mit der von Schmankewitsch künstlich durch Überführung in Salzwasser erzeugten *var. odessana* gemein hat. Schmeil glaubt übrigens, die Ursache der Antennenreduktion sei eher in den engen Raumverhältnissen als im Salzgehalt des Wassers zu suchen. Auch Richard fand die Varietät in einer dunkeln, von Regenwasser gespeisten Zisterne in Frankreich.

In den Brunnengewässern von Prag konstatierte Vejdowsky die Copepoden als die zahlreichsten Vertreter der Krustaceengruppe.

Von den sechs Arten, die er anführt, ist *Cyclops nanus* Sars bemerkenswert, den er auch später in einigen Brunnen des Radotinertales in Böhmen fand. Diese Art steht nämlich im selben Verhältnis zu *Cyclops languidus*, wie der obenerwähnte *Cyclops odessanus* zu *Cyclops bicuspidatus*, indem er sich nur durch seine gliederärmere Antenne (11) von der Stammform (16) unterscheidet.

Außerdem fand Vejdowsky zwei Exemplare eines kleinen, blinden Krusters: *Bathynella natans*, der, wie der Entdecker mir brieflich mitteilt, seither nicht wieder gefunden worden ist. Habitus und Bewegung des Tieres erinnern an Copepoden; doch wird es jetzt von Grobben (Zoologie 1909 p. 478) mit drei australischen Gattungen als eine selbständige Legion »Anomostraca« von den übrigen Malacostraken abgetrennt.

In seiner Abhandlung über die Fauna der Hamburger Wasserleitung erwähnt Kräpelin auch Copepoden, ebenso Moniez fünf bekannte Arten für die Wasserleitung der Stadt Lille.

Während die erwähnten Funde sich ausschließlich auf Brunnengewässer beziehen, wies zuerst Joseph, ein Arzt aus Breslau in den 80er Jahren nach, daß auch die Tropfsteingrotten unsere kleinen Kruster beherbergen. Seine zahlreichen Publikationen über die Ergebnisse der Erforschung der Krainer Höhlen leitete er ein mit der Beschreibung einer neuen Arachnidengattung. Dies ist die einzige mit Illustrationen versehene, gründliche Beschreibung, welche der Autor gibt. In der Folge stellte er dann über 50 neue Arten aus allen Avertebratengruppen auf, von denen meines

Wissens nicht eine wiedergefunden worden ist, so daß verschiedene Autoren, namentlich Hamann, seine Angaben als »Jagdgeschichten« taxiert haben. Trotzdem wird Joseph immer noch namentlich von nichtdeutschen Autoren ernst genommen.

Was die Copepoden anbelangt, so hat Joseph natürlich auch von dieser Gruppe neue Arten entdeckt und sie *Cyclops hyalinus* und *anophthalmus* genannt. Außer diesen — wie er sie nennt — »definitiven« Formen, kennt er »noch neun verschiedene Nauplius-Formen, von denen mehrere wahrscheinlich zu den eben angedeuteten, die übrigen aber neuen Arten angehören dürften.«

Obgleich Joseph durch diesen letzten Satz sich selbst richtet, ist Schmeil mit der ihm eigenen Gewissenhaftigkeit auf die beiden Diagnosen näher eingetreten, und kommt zum Schluß, daß die Artberechtigung der beiden von Joseph beschriebenen Formen durchaus hinfällig sei. Möglicherweise könne es sich bei *C. anophthalmus* um *C. fuscus*, bei *C. hyalinus* um *serrulatus* handeln. Tatsächlich sind aber die Diagnosen so voller Fehler und Ungenauigkeiten, daß es unmöglich ist, zu entscheiden, ob die beiden Tiere bekannte, in oberirdischen Gewässern verbreitete Arten oder einfach zwei der berühmten Joseph'schen Höhlentiere sind, die außer vom Auge der Phantasie ihres Nomenklators wohl nie geschaut worden sind, noch sein werden.

Glücklicherweise haben bessere Copepodenkenner über Fänge in Höhlen zu berichten. Zuerst fand Vosseler *Cyclops serrulatus* »in den Wassern der Nebelhöhle bei Reutlingen mit einem sehr schwach pigmentierten Auge.« Später entdeckte Claus im Karst verschiedene bekannte Copepodenarten. Seine Angaben finden sich in zwei Fußnoten seiner Arbeit und weichen voneinander ab, ein Beweis, daß er dem Vorkommen von Copepoden in Höhlen keine große Bedeutung beimißt.

Auch Schmeil hat im Karst nach Höhlencopepoden gesucht und in der Adelsbergergrotte fünf bekannte oberirdische Arten gefangen. Alle waren hyalin und farblos bis auf *Cyclops prasinus*, der seine typisch lauchgrüne Farbe, wenn auch stark abgeblaßt, beibehalten hatte.

Hier sei auch erwähnt, daß Schmeil zwei Harpacticidenarten in einer Quelle fand, nämlich *Canthocamptus crassus* Sars und *C. Zschokkei* Schmeil.

All diese Funde ausschließlich oberirdischer Arten sind wohl

der Grund, warum Hamann, der Verfasser der »Europäischen Höhlenfauna«, seine ebenfalls in Karsthöhlen gefundenen Copepoden nicht näher untersucht hat, sondern sich mit der Nennung des Genus *Cyclops* begnügt.

Zum Revier der Höhlenfauna gehören auch die Bergwerke. Schneider hat zu verschiedenen Jahreszeiten die auf den Schachtwänden eines sächsischen Steinkohlenbergwerks wuchernden, von Wasser strotzenden Pilzmassen untersucht und eine ganze Kleinwelt — im ganzen 50 Arten — von Würmern, Arthropoden, Mollusken und Protozoen nachgewiesen. Es finden sich darunter sowohl Land- als Wassertiere, die in den Pilzschläuchen eine bis zu einem gewissen Grade amphibische Lebensweise führen.

Für uns ist das Vorhandensein zweier Copepoden wichtig. Schneider nennt erstens eine Varietät von *Canthocamptus minutus* Claus mit etwas längerem Rostrum als die typische Form, stark verkümmertem Auge und durchsichtigem Körper. Das Tier lebt wohl schon längere Zeit subterran und ist mit dem Grundwasser in die Schächte gelangt, im Gegensatz zur zweiten Art, die wohl mit dem Wasser von oben her eingedrungen ist, *Cyclops fimbriatus*. Auch sein Körper ist durchsichtig und farblos bis auf den etwas dunklern Geschlechtsapparat und den eisenoxydhydrathaltigen Darminhalt.

Wie aus einer Fußnote hervorgeht, hat der gleiche Autor auch andere, »den verschiedensten Bergwerken entstammende Cyklopen« untersucht. Über weitere von ihm in Aussicht gestellte Publikationen über unterirdische Cyklopen ist mir jedoch nichts bekannt. Auf einige seiner Ansichten komme ich in einem späteren Kapitel zurück. Auch Mrázek entdeckte in Grubenschächten »ungeheure Mengen einer Canthocamptusart«, die er aber nicht bestimmte, und Moniez erwähnt die Copepoden als Bewohner der Gewässer französischer Bergwerke.

In den Höhlen des fränkischen Jura fand Enslin *Cyclops viridis* in kleinen Wasserbecken; in den kälteren auch *Cyclops strenuus*. Er gibt zudem eine kleine Übersicht unterirdisch lebender Copepoden und zeigt, daß es zum Teil die gleichen Arten sind, die aus der Tiefenregion der Seen gefischt werden.

K. Häckel erwähnt zwei nicht näher bezeichnete Copepoden aus einer Quelle im Keller der Wein- und Obstbauschule von Krossen a. d. Oder.

In der Schweiz will Miethe den *Cyclops serratus* Pratz (s o.) wieder gefunden haben und sucht Schmeils Ansicht, daß die Form mit *viridis* identisch sei, zu entkräften. Er macht indessen keine Angaben über die Gestalt des Receptaculum seminis, obschon Schmeil in seiner Kritik der fraglichen Art die Wichtigkeit dieses Merkmales ausdrücklich hervorhebt. Leider existiert der von Miethe untersuchte Brunnen nicht mehr, so daß es mir unmöglich war, seinen Befund nachzuprüfen.

A. Graeter fand in einem Sodbrunnen der Stadt Basel *Cyclops fimbriatus.*

Von französischen Forschern ist, außer dem schon angeführten Moniez, Richard zu erwähnen. Dieser fand in einem Teich des Bois de Boulogne einen blinden Harpacticiden, der einer marinen Gruppe angehört, und beschrieb ihn als *Bradya Edwardsi.* Die Tatsache, daß der Teich, in dem das Tier lebt, durch einen artesischen Brunnen gespeist wird, verleitete Richard zur Ansicht, daß er es mit einer subterranen Form zu tun habe. Nach Schmeil ist diese Ansicht jedoch hinfällig, weil die gleiche Art in einem See bei Kiel gefunden worden ist.

Eine blinde Harpacticidenform hat auch Mrázek oberirdisch gefunden, nämlich *Canthocamptus typhlops.* Er will aber die Augenlosigkeit nicht kurzweg als eine Folge der Dunkelheit deuten, sondern glaubt, daß »andere freilich noch unbekannte biologische Bedingungen mitwirken.«

Viré, ein durch zahlreiche kleinere und größere Publikationen bekannter Höhlenforscher, erwähnt da und dort Copepodenfunde. In den Pariser Wasserleitungen sollen die Krebse zu tausenden vorkommen. Im Puit de Padirac, einer gewaltigen Höhle in Südfrankreich, fand er *viridis* und *fimbriatus* und verschiedene noch zu bestimmende Arten. Endlich sind Jeannel und Racovitza zu erwähnen, die in jüngster Zeit über hundert Höhlen verschiedener Gegenden, hauptsächlich Frankreichs, aufgesucht und ihre reiche Beute teils selbst bearbeitet, teils Spezialisten überlassen haben.

Den Copepoden scheinen die beiden Forscher weniger Beachtung geschenkt zu haben, als andern Arthropoden. Nur in zwei Höhlen wird ihr Vorkommen signalisiert. Herr Dr. E. G. Racovitza hatte die große Freundlichkeit, mir sein Material zu übersenden; ich werde im nächsten Kapitel darüber berichten.

Auch englische Sodbrunnen sind untersucht worden. Kane

fand in vieren *Cyclops fimbriatus* und in einem *viridis* und *serrulatus var. varius*. Die Brunnen sind 30—126 m tief.

Auf Neu-Seeland hat Chilton das Grundwasser sehr eingehend untersucht und äußerst interessante neue Arten von Iso- und Amphipoden zu Tage gefördert. Es ließe sich erwarten, daß seine Ergebnisse auch für die Copepoden neues geboten hätten, allein er fand immer wieder den auch oberirdisch gemeinen mit *serrulatus* identischen *Cyclops novae zealandiae* Thomson und zweifelte nicht, daß dieser Cyclops nur durch Zufall in das Grundwasser gelangt ist »was bei so kleinen Tieren leicht möglich ist.«

Bekanntlich ist auch Nordamerika ein an Höhlen und Höhlenforschern reiches Land, so daß auch dort über unterirdische Ruderfüßler geschrieben worden ist. Schon Packard hat in seiner umfangreichen Arbeit einen *Canthocamptus cavernarum* beschrieben. So ausführlich indessen die Diagnose ist, so erstreckt sie sich nur auf irrelevante Einzelheiten, während die wichtigen Merkmale unerwähnt bleiben. Wichtiger als die Form der Kotballen wären Angaben über die Zahl und Form der Extremitäten. Auch aus der Abbildung läßt sich leider nicht ersehen, ob die fragliche Art mit einer jetzt bekannten oberirdischen identisch ist. Das Auge ist deutlich sichtbar.

Später fand Eigenmann, wohl der beste Kenner von Höhlenfischen, im artesischen Quell von San Marcos in Texas mit andern Höhlenbewohnern zwei blinde Copepoden. Sie sind von Ulrich als *Cyclops cavernarum* und *learii* kurz beschrieben worden, leider so kurz, daß außer der Angabe der Blindheit sich mit der Diagnose nichts anfangen läßt. Über die wichtigsten Merkmale, das fünfte Fußpaar und das Rezeptakulum, schweigt sich der Autor aus, und auch aus den zwei kleinen Habitusbildern läßt sich nicht viel ersehen. Nur die Kürze des Geschlechtssegments der einen Art läßt vermuten, daß es sich um ein unreifes Individuum handelt; beim zweiten Tier sind fünf Abdominalsegmente gezeichnet, obschon es ein weibliches Exemplar darstellt.

Viel wertvoller sind die von Kofoid angestellten Untersuchungen über die Fauna des Echo-Rivers, der die Mammuthöhle durchfließt. In diesem unterirdischen Fluß herrschen die Cyclopiden vor und spielen im Haushalt der Höhle zweifellos eine große Rolle. Er fand indessen nur Arten, die auch oberirdisch häufig sind, nämlich: *Cyclops viridis* var. *americana* Marsh, *Cyclops*

bicuspidatus, *albidus* und *serrulatus*. Alle betrachtet er als zufällige Gäste, nicht aber als ständige Elemente der Höhlenfauna, denn erstens hatten alle Augen, soweit diese nicht nachträglich im Alkohol ihr Pigment eingebüßt hatten, zweitens fand sich ein größerer Prozentsatz toter Exemplare als in oberirdischen Gewässern. Nauplien fehlten und die Eierzahl war stets geringer. Weniger als 10% der Individuen hatten Nahrung im Darmkanal und alle Formen sind in den angrenzenden oberirdischen Gewässern häufig. Dies und die europäischen Funde von Schmeil, Joseph, Hamann und Claus führen Kofoid zum Schluß, daß das Vorkommen von eigentlichen Höhlenplanktonten zwar nicht ausgeschlossen ist, daß es sich jedoch wahrscheinlicher nur um zufällige Eindringlinge von der Oberfläche handelt.

Die gleiche Ansicht vertritt auch Banta, der in jüngster Zeit eine interessante Monographie von Mayfields Cave in Indiana geschrieben hat, in der er auch drei Copepodenarten erwähnt. Endlich gibt Forbes an, daß er in Brunnen (»wells«) *Cyclops albidus* fand.

Wenn wir alle aufgeführten Resultate überblicken, so fällt uns auf, daß wir ausschließlich Cyclopiden und Harpacticiden angetroffen haben.

Die oberirdisch weit verbreitete Familie der Calaniden sendet nur äußerst selten Vertreter in unterirdische Gewässer. In südlicheren Breiten scheint dies allerdings eher möglich zu sein. Wenigstens erwähnt Steuer eine Art aus einem Brunnen bei Triest, und De Guerne und Richard solche aus Brunnen und Reservoirs südlicher Breiten. Wie weit in diesen Gewässern die Dunkelheit vorherrscht, ist allerdings aus den betreffenden Arbeiten nicht ersichtlich, doch beherbergen, wie mir mein Bruder mitteilte, von ihm untersuchte finstere Ziehbrunnen in Ägypten ebenfalls *Diaptomus*-Arten.

Der von mehreren der zitierten Autoren mehr oder weniger bestimmt ausgesprochene Satz, daß es keine ausschließlichen Höhlenarten gebe, hätte heute noch seine Berechtigung, wenn nicht Carl vor einigen Jahren einen Harpacticiden *Canthocamptus subterraneus* beschrieben hätte, der in einer Höhle der Krim auf Fledermauskot gefunden worden ist. Das Tier nimmt eine Mittelstellung ein zwischen den Genera *Canthocamptus* und *Moraria*. Der

Autor gab ihm jedoch den ersten Namen in Anbetracht seiner achtgliedrigen I. Antenne.

Der bessern Übersicht halber habe ich alle referierten Funde subterran lebender Copepoden in einer Tabelle zusammengestellt, namentlich auch um die chronologische Reihenfolge herzustellen, von der ich in den obigen Ausführungen da und dort abgewichen bin (s. Seite 12 u. 13).

Zusammenstellung der eigenen Fundorte und Arten.

(Vergl. Karte Seite 80.)

Meine Untersuchungen erstreckten sich sowohl auf Höhlen, als auf Ziehbrunnen, Wasserreservoirs und andere von Menschenhand geschaffene unterirdische Räume. Die Fundorte verteilen sich auf das Gebiet der Alpen, des schweizerischen und französischen Juras, der Rheinebene und des südlichen Schwarzwaldes. Eine vollständige Liste der von diesem Gebiete beherbergten Copepodenarten aufzustellen, war mir nicht möglich, da hierzu viel intensivere, zu allen Jahreszeiten vorgenommene Nachforschungen erforderlich wären.

Für leichter zugängliche Fundorte, wie die Basler Ziehbrunnen, hoffe ich, solche später nachholen zu können. Für manche Höhlen bleiben genauere Untersuchungen fromme Wünsche, da die Lokalitäten entweder sehr schwer oder nur zu bestimmten Jahreszeiten zugänglich sind. Im Höll-Loch, dessen jeweiliger Besuch sich zu einer wahren Expedition gestaltete, fand ich eine neue Copepodenart erst beim dritten, eine zweite beim fünften Besuch. Es wäre daher auch falsch, von Höhlen, deren einmaliger Besuch ergebnislos war, zu behaupten, sie beherbergten keine Copepoden.

Ich führe, der Vollständigkeit halber, auch solche Höhlen an, in denen mir nicht das gewohnte Jagdglück zuteil wurde.

I. Das Gebiet der Alpen und Voralpen.

Sämtliche Höhlen mit Ausnahme von 8, 9 und 12 liegen in der Kreide.

1. Die Kristallhöhle bei Kobelwies

liegt im St. Gallischen Rheintal, 480 m ü. M. Ich besuchte sie im September 1906. Sie wird von einem Bach durchflossen, dessen

Wasser eine Temperatur von 9° R aufwies. Ich fand eine weiße blinde Planarie, wahrscheinlich *infernalis* und unzählige Exemplare von *Asellus cavaticus*, jedoch keine Copepoden.

2. Höhle am Seerenbach bei Weesen.

Am nordwestlichen Ufer des Walensees (Kt. St. Gallen) fließt ein Bach aus einer Höhle, ca. 550 m ü. M. in die man zur Trockenzeit etwa 20 m weit eindringen kann, bis zu einem tiefen, kleinen See, dessen Grund, soweit ich ihn verfolgen konnte, weder Schlamm noch Detritus führt. Ich suchte auch umsonst nach Höhlenamphipoden und Isopoden, fand jedoch bei nachheriger Untersuchung des Planktons vier Exemplare von *Cyclops teras* mihi, 08.

3. Wildmannlisloch am Selun.

Nordabhang der Churfirsten, Kt. St. Gallen, 1620 m ü. M. Die Höhle bildet einen 220 m langen Gang, enthielt bei meinem Besuch, 28. Sept. 1906, zahlreiche Wasserlachen von $5^1/_2{}^0$ R. Ich erbeutete daraus nur *Niphargus* spec.

4. Die Rütisteinhöhle

befindet sich wie die drei folgenden im Kt. Schwyz, liegt 1960 m ü. M. und ist 110 m tief. Zur Zeit meines Besuches war der nahe beim Eingang liegende Tümpel gefroren. Von aquatiler Fauna war nichts zu bemerken.

5. Höll-Loch im Muottatal.

Diese Höhle darf sich mit den größten in Europa messen. Ihr Hauptgang mißt ca. $3^1/_2$ km. Mit den Seitengängen ist sie doppelt so lang, wie aus der interessanten Monographie von Egli ersichtlich ist. Wir entnehmen der Arbeit noch einige weitere Einzelheiten, die für unsere Ausführungen in Betracht fallen. Der Eingang der Höhle liegt 740 m ü. M. Ihr Gebiet gehört der Kreide an, die hier durch Neokom-, Schratten- und Seewerkalk sowie Grünsandstein vertreten ist. Im Frühjahr liegt der größte Teil unter Wasser, das wildbachartig hervorströmt. Die Temperatur schwankt zwischen Amplituden von 3,8—7,3° C. Die Arbeit Eglis enthält auch ein kurzes Kapitel über die Biologie der Höhle. Er fand *Niphargus* und »einen weißen Wurm«, vermutlich *Planaria*. Ich selbst besuchte die Höhle wiederholt in Begleitung des kundigen Autors und später mit andern Kollegen, im ganzen fünfmal, ausschließlich im Herbst und Winter, nämlich:

Übersicht der bis heute gefundenen Copepoden unterirdischer Gewässer mit Einschluß der Quellen.

Name des Tieres	Gefunden von	Fundort
Diaptomus		
castor	Vejdowsky 1882.	Brunnen in Prag.
transilvanicus	Steuer.	Brunnen im Karst.
alluaudi	De Guerne u. Richard 1890.	Wasserreservoir auf den Kanarien.
galebi	Richard 1890.	Bassin des Nilometers in Kairo.
***Cyclops* spec.**	Kraepelin 1886. Hamann 1896. Haeckel 1908. Jeannel u. Racovitza 1908.	Hamburger Wasserleitung. Karsthöhlen. Unterirdische Quellen der Oder. Franz. Höhlen.
fuscus	Frey 1869. Frič 1873.	Brunnen in München. Quellen in Böhmen.
? syn. *hyalinus*	Joseph 1882.	Karsthöhlen.
albidus	Frey 1869. Steuer 1897. Forbes 1897. Kofoid 1900.	Brunnen in München, im Karst, in Nordamerika. Mammuthöhle.
prasinus	Schmeil 1894.	Adelsbergergrotte.
serrulatus	Frey 1869. Frič 1873. Vejdowsky 1882. Vosseler 1886. Moniez 1889. Claus 1893. Schmeil 1894. Steuer 1897. Kofoid 1900. Kane 1904.	Brunnen in München, Prag, im Karst, in England. Wasserleitung von Lille. Quellen in Böhmen. Karsthöhle. Mammuthöhle. Nebelhöhle (Württ.).
syn. *novae zealandiae*	Chilton 1894.	Grundwasser in Neuseeland.
? syn. *anophthalmus*	Joseph 1882.	Karsthöhlen.
fimbriatus	Frey 1869. Frič 1873. Vejdowsky 1882. Schneider 1886. Moniez 1889. Steuer 1897. A. Graeter 1903. Viré 1904. Kane 1904.	Brunnen in München, in Prag und im übrigen Böhmen, Karst, Basel, England. Wasserleitung v. Lille. Sächs. Bergwerke. Höhle in Frankreich.
dybowskii	Schmeil 1894. Steuer 1897.	Karsthöhle.
strenuus	Frey 1869. Frič 1873. Moniez 1889. Claus 1893. Enslin 1906.	Brunnen in München. Quellen in Böhmen. Wasserleitung v. Lille. Karsthöhlen. Höhle in Bayern.
viridis	Moniez 1889. Schmeil 1894. Viré 1904. Kane 1904. Enslin 1906. Banta 1907.	Wasserleitung v. Lille. Brunnen v. England. Höhlen i. Karst, in Frankreich, in Bayern u. Nordamerika.
var. *americana*	Kofoid 1900.	Mammuthöhle.
var. *brevispinosa*	Banta 1907.	Mayfields Cave (Nordamerika).
syn. *serratus*	Pratz 1866. Miethe 1900.	Brunnen in München und bei Biel.

Name des Tieres	Gefunden von	Fundort
vernalis	Claus 1893.	Karsthöhlen.
bicuspidatus	Frič 1873. Vejdowsky 1882. Moniez 1889. Claus 1893. Kofoid 1900. Banta 1907.	Brunnen in Prag und im übrigen Böhmen. Wasserleitung von Lille. Karsthöhlen. Mammuthöhle und Mayfields Cave (Nordamerika).
var. *odessana*	Rehberg 1880. Richard 1891. Claus 1893. Lauterborn 1896.	Brunnen auf Helgoland und in Frankreich.
syn. *subterraneus*	Pratz 1866.	Brunnen in München.
nanus (var. v. *languidus*)	Vejdowsky 1882, 1896.	Brunnen in Prag und im Radotinertal.
bisetosus	Claus 1893. Schmeil 1894.	Karsthöhlen.
cavernarum	Ulrich 1901.	Artesischer Brunnen in Texas.
learii	Ulrich 1901.	" " " "
puteanus	Frey 1869.	Brunnen in München.
setiger	Frey 1869.	" " "
coecus	Pratz 1866.	" " "
Canthocamptus		
staphylinus	Moniez 1889.	Wasserleitung von Lille.
minutus	Vejdowsky 1882. Schneider 1886.	Brunnen in Prag. Sächs. Bergwerke.
crassus	Schmeil 1894.	Quelle in Deutschland.
illinoisensis	Banta 1907.	Mayfields Cave (Nordamerika).
pygmaeus	Brady 1869.	Engl. Kohlenbergwerk.
zschokkei	Schmeil 1894.	Quelle in Deutschland.
cavernarum	Packard 1888.	Mammuthöhle.
subterraneus	Carl 1904.	Höhle in der Krim.
Ectinosoma		
edwardsi	Richard 1890.	Teich, der von einem artes. Brunnen gespeist wird.
Iliopsyllus jousseaumii	Richard 1892.	Cysterne in Aden.

13. X. 06. 28.—29. XII. 06. 9. II. 07.
2.—4. III. 07. 28.—29. IX. 07.

Die Landfauna scheint nur aus Poduriden und Regenwürmern (*Allolobophorus*-Arten) zusammengesetzt zu sein, was vermutlich mit den jährlichen Überschwemmungen zusammenhängt.

In den mit Wasser angefüllten Erosionstöpfen, hauptsächlich in den 1600 m vom Eingang gelegenen Bachtümpeln unterhalb der dort entspringenden Quelle, tummelt sich eine individuenreiche Fauna. Ich fand verschiedene große Exemplare von *Asellus cavaticus* und *Niphargus* spec., eine neue Turbellarie, *Planaria infernalis* Steinm. und einen nicht näher bestimmten Ostracoden, endlich folgende Copepoden: *Cyclops viridis* Jur., *Cyclops fimbriatus* Fisch, *Cyclops teras* mihi, *Cyclops crinitus* mihi, *Canthocamptus crassus* Sars.

6. Lauiloch.

Von der vorigen Höhle nur etwa zwei Stunden entfernt, jedoch höher, 875 m ü. M., und weniger groß. Immerhin mißt der Hauptgang 460 m. Im Sommer konstatierte ich eine Wassertemperatur von 9° C, im Winter ist die Temperatur niedriger. Während im Höll-Loch stets ein Luftzug durch die Gänge streicht, ist im Lauiloch die Atmosphäre ruhig, was einer Fledermausart, *Rhinolophus hipposideros*, das Überwintern ermöglicht.

Ich besuchte die Höhle dreimal, am 14. Okt. 1906, am 23. Dez. 06 mit siebenstündigem Aufenthalt, endlich am 8. Aug. 07, konnte aber des Wassers wegen nur etwa 150 m weit vordringen. Auch hier fand ich: *Asellus cavaticus, Niphargus* spec. und *Planaria infernalis*, sowie *Cyclops teras* mihi, außerdem *C. serrulatus* Fisch., *bicuspidatus* Claus und *vernalis* Fischer.

7. Überhöhle.

Auf der gegenüberliegenden Talseite, 580 m ü. M. Da sie sehr schwer zu erreichen ist, begnügte ich mich, das Wasser zu untersuchen, das dem Fuße des Felsens entströmt, in dem die Höhle liegt, fand jedoch nur ein Exemplar von *Asellus cavaticus*.

8. Adlerhöhle bei Baar.

Kt. Zug, am rechten Ufer der Lorze, ca. 500 m ü. M., Besuchszeit Juni 1906. Die Höhle ist, wie auch die folgende, das Werk tuffführender Quellen und gehört zu den sogen. Über-

deckungshöhlen, wie sie Quenstedt in seinem Buch »Geologische Ausflüge in Schwaben« schildert. Der Tuff liegt auf Molasse und Moränenmaterial.

9. Bärenhöhle.

Einige Meter unterhalb der vorigen. Beide sind reich an Wasser. Ich fand jedoch keine Copepoden. In der unteren Höhle tummelte sich in einem Tümpel, der durch einen Bach mit der Außenwelt kommuniziert, *Gammarus fluviatilis*. In einem anderen Tümpel *Niphargus* spec. Ein Exemplar von *Scolopendrella* war wohl von den Baumwurzeln der Decke hereingefallen.

10. Beatenhöhle.

Berneroberland, 687 m ü. M., 800 m tief, in ihrer ganzen Länge von einem Bach durchflossen, der nach kurzem Lauf in den Thunersee mündet. Bei meinem einzigen Besuch, 1. Aug. 1907, war meine Zeit etwas knapp bemessen, so daß ich geringere Beute machte, als sich von einer solchen Höhle erwarten ließe. Im Höhlenbach selbst fand ich nichts, dagegen außerhalb der Höhle unter Steinen *Planaria infernalis* Steinm. Aus kleinen Wasserlachen, die von Sickerwasser gebildet werden, fischte ich *Cyclops bisetosus* Rehberg und *Asellus cavaticus*.

11. Grotte aux Fées bei St. Maurice.

Kt. Wallis, 500 m ü. M., Besuchszeit: 1. Sept. 07. Der 600 m lange Gang führt zu einem ansehnlichen See, der von einem hohen Wasserfall gespeist wird. Trotz mehrmaligem Durchziehen des Planktonnetzes in verschiedenen Richtungen, fand ich keine Tiere im See. Das faule Holz am Ufer wies einige Milben und Springschwänze auf.

12. Grotte de Morisaz bei Ollon.

Kt. Waadt, 500 m ü. M., von einem Bach durchflossen. Ich besuchte die Höhle am 1. Sept. 1907, fand aber außer einigen Springschwänzen keine Lebewesen. Sie liegt im Trias.

13. Grotte des Rochers de Naye.

Am Westabhang des gleichnamigen Berges, 1900 m ü. M. Besuchszeit: 2. Sept. 07. Die Wände waren bis tief hinein von Phryganiden besetzt. Die Tümpel waren zum Teil zugefroren und scheinen unbelebt zu sein.

II. Das Gebiet des Jura.

A. Östlicher (deutschsprechender) Teil.

Nr. 14 liegt im braunen, alle andern Höhlen im weißen Jura.

14. Bruderloch bei Wenslingen.

Kt. Baselland, 500 m ü. M. 8° C. Besuchszeit: 25. Aug. 06 und 2. Febr. 1907. Im Höhlenbach, der die Fortsetzung eines sich verlierenden oberirdischen bildet, fand ich nur *Gammarus fluviatilis* und *Planaria gonocephala*.

15. Glitzersteinhöhle bei Gempen.

Kt. Solothurn, 500 m ü. M., 100 m tief, bis auf wenige, sehr kleine, kaum 3 cm tiefe Tümpel, ist die Höhle trocken. Ich besuchte sie am 23. März 1907, 20. Mai 08, 5. Mai 09.

Auf dem Wasser krabbelten die weißen Aphoruriden. Die beiden letzten Male nahm ich Schlamm nach Hause und fand darinnen zahlreiche Exemplare von *Canthocamptus crassus* Fischer.

16. Wasserreservoir der Stadt Basel.

Auf dem Bruderholz, im Südwesten der Stadt. Durch gütige Vermittlung der Direktion des Wasserwerks wurde mir der Zutritt zu den großen Trinkwasserbehältern oberhalb der Filter gestattet. Das Wasser entstammt mehreren, etwa 20 km entfernten Quellen. Wiederholte Fänge brachten mir *Cyclops strenuus* in Gesellschaft mehrerer Rhizopoden und eines noch unentwickelten Harpacticiden.

17. Stollen im Hauensteintunnel.

Der Bau des Tunnels (558 m ü. M., an der Linie Basel-Luzern) in den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts, hatte ein Versiegen der Quellen am Nordabhang zur Folge. Um den Schaden wieder gut zu machen, wurde ein Stollen von 1300 m gegraben, der jetzt von einem etwa 50 cm tiefen, rasch (ca. 50 cm pro Sekunde) fließenden Bach durchströmt wird. Der Zutritt wurde mir am 8. Okt. 1908 durch gütige Vermittlung der Bundesbahndirektion ermöglicht. Ich fand eine Planarie, die mir leider vor der Konservierung zugrunde ging, einige Exemplare von *Asellus cavaticus*, eine *Lartetia*, endlich drei Exemplare von *Canthocamptus zschokkei*.

18. Höhle bei Erschwil.

Kt. Solothurn. Sie liegt auf der Höhe einer Fluh, 870 m ü. M., ist fast senkrecht, 23 m tief und nur mit Hilfe eines

Seiles erreichbar. Ihr Ende wird gebildet durch eine metertiefe Wasseransammlung, in der ich bei meinem ersten Besuch am 28. Oktober 1907 nur *Niphargus* spec. vorfand. Ein zweiter Besuch am 7. Juni 1908 war hinsichtlich Copepoden leider ebenso erfolglos. An der Decke der Höhle pflückte ich ein Exemplar der großen Hufeisennase *Rhinolophus ferrum equinum*.

19. Kalksteinbruch bei Liesberg.

Kt. Bern. Am linken Ufer der Birs, 375 m ü. M., wurde vor mehreren Jahren ein großer Steinbruch horizontal in den Berg gegraben, ein geräumiges Kellergewölbe mit mehreren Ausgängen. Ganz in der Tiefe liegen ca. 10 cm tiefe Wasserlachen, die von herabrinnendem Tropfwasser gebildet werden. Ich untersuchte sie im ganzen fünfmal und fand dreimal *Cyclops viridis*.

B. Westlicher (französischsprechender) Teil.

20. Grotte de Blanches Poules.

Bei La Joux (Kt. Bern), 1000 m ü. M. Besuch am 5. Aug. 1908. Zutritt sehr schwierig, nur mit Hilfe eines Seiles. Die kleinen Wasserlachen enthielten nur Ostrakoden.

21. Grotte d'Undervelier.

Kt. Bern, 530 m ü. M. Besuchszeit: 14. Aug. 1906. Großes Gewölbe, das als Kapelle dient. Ein von der Decke fließendes Wasserrinnsal füllt ein steinernes Becken; Organismen waren darin nicht zu finden.

22. Creugenat.

Eine Stunde westlich von Pruntrut, 451 m ü. M. Große trichterförmige Grube, Länge und Breite 30 m, Tiefe 21 m, an deren Grunde sich in einer Felsennische eine Wasseransammlung befindet. Nach Regenperioden überfließt der Trichter, und der sonst nur unterirdisch fließende Fluß überschwemmt das ganze Tal auf eine Strecke von 4,5 km. Sein Steigen ist jeweils von einem dumpfen Getöse begleitet, verursacht durch die vom austretenden Wasser verdrängte Luft. Ich hoffte, in dieser »Quelle« Vertreter der unterirdischen Fauna zu finden, und untersuchte sie am 21. August 1908 bei niedrigem Wasserstand, fand jedoch nur Wasserkäfer und -wanzen, sowie *Cyclops serrulatus* mit der typischen Gelbfärbung und nicht hyalin wie die Höhlencopepoden. Wie

sehr indessen das Suchen nach Höhlentieren an diesem Ort berechtigt war, bewies mir das Vorkommen mehrerer Exemplare von *Lartetia* spec.

23. Grotte de Réclère.

Beim gleichnamigen Dorf, westlich vom vorigen Fundort, an der französischen Grenze. Große Tropfsteingrotte. Besuchszeit: 29. Juli 1908. An der tiefsten Stelle ein kleiner See, der von *Niphargus* und *Cyclops fimbriatus* bevölkert ist.

24. Grottes de Milandre.

372 m ü. M., im Elsgau, eine Stunde von der französischen Grenze, Besuch am 29. Juli 1908. Drei übereinanderliegende Höhlengänge, die etwa 200 m weit in den Berg führen. Der unterste enthält mehrere große Tümpel, die zur Regenzeit einen Bach bilden. Ich fand darin *Cyclops serrulatus* und eine *Canthocamptus*-Art, die ich nicht bestimmen konnte, da ich nur ein Exemplar hatte. Ich besuchte deshalb die Höhle einen Monat später aufs neue, jedoch ohne Erfolg.

25. Grotte du Four.

Diese Höhle befindet sich, wie die drei folgenden in der Areuseschlucht im Kt. Neuenburg, 540 m ü. M. Ihr Eingang ist 60 m breit, 12 m hoch und 21 m tief; von ihm führt ein schmaler Gang zu einem 2 m hohen, 6 m breiten und 12 m langen Saal. Um zwei große Stalagmiten gruppieren sich kleine Sinterbecken. Bei meinem ersten Besuch, 5. Okt. 06, lagen sie trocken. In der Regenperiode vom Juli 1909 fand ich jedoch darin einige Exemplare von *Cyclops zschokkei* nov. spec. In dieser und der folgenden Höhle fand ich zwei Fledermausarten, *Synotus barbastellus* Schreib. und *Miniopteris schreibersi* Natt.

26. Grotte de Vert.

Etwa 50 m von der vorigen und mit ähnlichen Verhältnissen, nur daß die Sinterbecken etwas größer und dementsprechend mehr bevölkert sind. Am 5. Okt. 06 war zwar auch alles ausgetrocknet. Dagegen fand ich am 27. Jan. 08 zur Zeit der Schneeschmelze *Cyclops vuisetiger* mihi, *Canthocamptus varicus* nov. spec., *Canthocamptus typhlops* Mráz.

Außerdem eine blinde *Prorynchus*-Art, die nach Versicherung des Herrn Privatdozent Dr. Bresslau neu ist, von der ich aber leider zu wenig Exemplare besaß, um eine Beschreibung geben zu können, sowie Oligochaeten und Ostracoden.

Am 9. Juli besuchte ich die Höhle wieder, konstatierte aber nur ein Exemplar von *Cyclops unisetiger* mihi.

27. Grotte du chemin de Fer.

80 m höher als die zwei vorigen, wurde beim Bau der Eisenbahn erschlossen. Ein 80 m langer Pfad ist in die Kalksinterterasse gehauen, die den Hintergrund der Höhle abschließt. Am 5. Okt. 06 waren die Becken ausgetrocknet, am 27. Jan. 08 jedoch waren sie gefüllt. Ich fand nur *Niphargus* spec.

28. Grotte de Jean Jacques.

Bei Môtiers, 794 m hoch, schon von J. J. Rousseau besucht und beschrieben. Wie auch die vorigen, so ist diese Höhle bekannt als Aufenthalt der seltenen Fledermausart *Miniopteris Schreibersii.* Ich fand außerdem noch *Vespertilio murinus.* Etwa 90 m tief liegt ein Tümpel, in welchem ich wiederholt *Cyclops macrurus* var. *subterranea, Cyclops Zschokkei* nov. spec. und *Cyclops viridis* erbeutete, jedoch nur bei niedrigem Wasserstand am 9. Aug. 06, 7. Okt. 06 und am 15. und 20. Okt. 1908, in Regenperioden — am 27. Jan. 1908 und 8. Juli 1909 — war an Stelle des Tümpels ein 2 m tiefer Bach, in dem ich vergeblich fischte.

29. Quelle der Areuse.

915 m ü. M. Der große Gegensatz von Wasserarmut in der Höhe und Wasserreichtum im Tale, der für den westlichen Jura so typisch ist, läßt sich hier besonders gut wahrnehmen. Der Fluß tritt fertig aus dem Felsen hervor, wie bei der berühmten Quelle von Vaucluse. Steinmann erwähnt die Areusequelle als Fundort für *Niphargus puteanus.* Ich suchte jedoch am 9. Aug. 1906 und ein zweitesmal am 20. Okt. 1908 vergeblich nach dem Höhlenkruster. Das Planktonnetz lieferte mir Exemplare von *Cyclops serrulatus* Fischer, aber lauter Formen mit typischer Färbung, nicht hyalin wie Höhlenbewohner.

30. Beaume de Noirveaux.

Beim Dorfe Buttes (Kt. Neuenburg), 830 m ü. M. Aus einer Höhle im Felsen entspringt ein Bach. Zur Trockenzeit ist sie

zugänglich. Zur Zeit meines Besuches, 20. Okt. 1908, war nur eine Wasserlache im Halbdunkel, sie enthielt *Cyclops viridis* und *serrulatus,* wie die Exemplare vom vorigen Fundort typisch gefärbt.

31. Grotte de Covatannaz.

Bei St. Croix, Kt. Waadt, 800 m ü. M. Quellhöhle wie die vorige, aber viel tiefer. Ich drang 250 m weit vor am 19. Okt. 1908, am 8. Juli war sie von einem mächtigen Wildbach angefüllt. Temp. 7° R. In den langen, 20—50 cm tiefen Lachen fing ich außer *Niphargus* spec., *Cyclops macrurus* var. *subterranea* nov. var. und *Cyclops Zschokkei* nov. spec.

32. Gleichnamige Höhle.

Etwa 100 m schräg oberhalb der vorigen. Schwerer zugänglich. Im großen, schlammreichen »See« fand ich keine Copepoden, dagegen scheint *Niphargus* häufiger zu sein als in der ersten Höhle.

33. Grotte aux Fées.

Bei Côte aux Fées, Kt. Neuenburg, 1083 m ü. M. Ich besuchte sie am 16. Okt. 1908, fand jedoch in den kleinen Ansammlungen von Tropfwasser keine Organismen.

34. Grotte vers chez le Brandt.

Bei Les Verrières, Kt. Neuenburg, 1200 m hoch. Tropfsteinhöhle, in die man vom Hochplateau senkrecht hinabsteigt: nachher verläuft sie fast wagrecht und wird von einem Bächlein durchflossen, in dem *Asellus cavaticus* herumkrabbelt. Als ich sie am 10. August 1906 besuchte, achtete ich noch wenig auf Copepoden und ich glaube, daß sich bei nochmaligem Suchen dort auch welche finden ließen.

35. Grotte de la Toffière.

755 m ü. M., am rechten Ufer des »lac des Brenets«, mit ihm zusammenhängend und nur bei niedrigem Wasserstand erreichbar. Einen solchen traf ich am 23. Okt. 1908, und holte aus der Höhle *Cyclops viridis* und *Cyclops macrurus* var. *subterranea* mihi.

36. Quelle der Loue.

In Frankreich, Dep. Doubs. Aus einer geräumigen Grotte, am Fuße turmhoher Felsen, die einen kreisrunden Erosionskessel bilden, strömt der fertige Fluß hervor. Er hängt zusammen mit

dem Doubs, der drei Stunden entfernt, südöstlich viel Wasser verliert. Ich fand am 20. Okt. 1908 nur spärliche, gelb gefärbte Individuen von *Cyclops serrulatus*.

37. Grottes des faux monnayeurs.

Eine Stunde flußabwärts vom vorigen Ort. Sehr geräumige und tiefe Höhle. Ich drang ein, bis ich zu einer Wasserlache von ca. 1,3 m^3 Inhalt kam, fand jedoch keine Organismen. An der Decke hingen zwei Fledermausarten, *Rhinolophus ferrum equinum* und *Vespertilio dasycneme*.

38. Grotte de Remonod.

Am Doubs, 759 m ü. M. Die 15 m breite und 35 m tiefe Höhle dient als Kapelle. In ihr entspringt eine Quelle, deren Wasser seit den ältesten Zeiten im Rufe der Heilkraft steht. Es beherbergt *Cyclops viridis*, von dem ich am 22. Oktbr. 1908 vier Exemplare erbeutete.

39. Grotte du Château de la Roche.

Bei St. Hippolyte, ca. 500 m ü. M. Etwa 200 m tief gelangt der Besucher zu einem 2 m breiten und 50 cm tiefen Bach. Trotz zweimaligen Besuchs, 27. Juli 1908 und 30. Mai 1909, fand ich keine Copepoden; zahlreiche *Niphargus* tummeln sich im Wasser und am Ufer sitzt hart am Wasser eine Landassel, die Herr Dr. Racovitza mir freundlichst als *Trichoniseus mixtus* Racov. bestimmte.

40. Zisterne in Indevillers.

Ca. 800 m ü. M., auf dem Hochplateau, das von den Quellen im Tale des Doubs entwässert wird. Die Zisterne wird teils von Regen, teils von Grundwasser gespeist. Ich wurde auf ihre individuenreiche Fauna aufmerksam, als ich in einer Wasserflasche des Gasthauses mehrere rötliche Daphniden umherschwimmen sah. Ich pumpte (am 31. Mai 09) eine Zeitlang Wasser durch das Planktonnetz und fand in Gesellschaft von Daphniden und Ostracoden mehrere Exemplare von *Cyclops strenuus* und *Cyclops viridis*.

III. Die Rheinebene.

41. Schichtenquellen am Fuß der alten Rheinuferterrasse.

Nördlich von Basel, 240 m ü. M. Die Bäche, welche das Hügelland des Sundgaus entwässern, versickern in der Rheinebene

und treten als große Quellen in den Rheinwäldern hervor. Die Temperatur der Quellen beträgt durschnittlich 8° und sinkt nie bis zum Gefrierpunkt. Ich entdeckte darin eine vieläugige neue Planarienform, die schon wenige Meter unterhalb nicht mehr zu finden ist. Ich überließ mein Material Herrn Dr. Steinmann, der die neue Gattung demnächst beschreiben wird. An Copepoden fand ich auch in diesen Quellen nur *Cyclops serrulatus* mit typischer Gelbfärbung.

42—49. Ziehbrunnen von Basel und Umgebung.

Die Stadt Basel selbst besitzt etwa 130 solcher Brunnen, die jedoch meist außer Betrieb sind; zwölf befinden sich auf dem linken Rheinufer. Ich untersuchte nur vier. Außerdem noch einen in Pratteln, 10 km rheinaufwärts, und zwei in den Dörfern Neudorf und Rosenau im Elsaß. Sie werden alle von Grundwasser gespeist, d. h. von der Wasserschicht, die sich am Grunde der Geröllablagerungen der Diluvialperiode über dem tertiären Letten ansammelt. Diese Schicht wird gebildet von Regen, Schnee und besonders Flußwasser, auch zahlreichen verborgenen Quellen, die von den benachbarten Hügeln, unterhalb der Geröllschicht ausmünden. Ich hoffe, später Gelegenheit zu finden, ihre Fauna einer eingehenderen Untersuchung zu unterziehen. Bereits fand ich im Sodbrunnen der Universität *Planaria vitta* Dugés, in einem andern *Asellus cavaticus*, in Neudorf zahlreiche Ostracoden, in Kleinhüningen *Niphargus* und eine Ephemeridenlarve (*Baëtis*), die den Zusammenhang des Brunnens mit dem nahen Wiesenfluß beweist, endlich in den meisten Copepoden; im Universitätsbrunnen zu wiederholten Malen *Cyclops serrulatus*, in den andern *C. fimbriatus*; auffallend war dessen Vorkommen namentlich im Brunnen der Kohlensäurefabrik Pratteln, der sehr stark von den schmierigsten Fetten und Ölen verunreinigt war. Dagegen scheint der ammoniakhaltige Brunnen der Gasfabrik unbewohnt zu sein.

IV. Südlicher Schwarzwald.

50. Aachquelle bei Singen.

Ca. 500 m ü. M. Wie die Loue (s. o. No. 36) mit dem Doubs, so steht die Aach mit der Donau in Verbindung; auch hier tritt der Fluß fertig aus dem Boden. Geyer fand darin eine *Vitrella*-Art; dies ließ mich hoffen, gleichfalls Höhlentiere nachweisen zu

können. Ich fand jedoch bei meinem Besuch am 28. März 1909 nur gefärbte Exemplare von *Cyclops serrulatus*.

51. Haslerhöhle bei Wehr.

387 m ü. M., im Muschelkalk, 400 m lang; wird von einem Bach durchflossen, der 14 m tiefer liegt als die Talebene und der reichliche Wassermengen aus dem außerhalb fließenden Haselbach erhält. Dementsprechend ist auch seine Fauna reich an oberirdischen Formen, Hydrachniden und namentlich Larven von Trichopteren, Perliden und Ephemeriden. Ein einziges Mal fing ich auch im rasch fließenden Bache einen *Cyclops serrulatus*. Anders sind die Verhältnisse im sogen. »See«, einem Wasserbecken, das die oberste Höhenlage in der Höhle einnimmt. Dort schwimmt außer *Niphargus* spec. und *Asellus cavaticus*, *Cyclops viridis* in ziemlich großer Anzahl und zu allen Jahreszeiten. Ich besuchte diese Höhle häufiger als alle andern, nämlich am 1. und 25. Dez. 1905, am 21. Jan., 24. Mai, 11. Juni, 9. Sept. 06, 15. Juli 1907. Im faulen Holz der Treppen lebt zusammen mit Milben, Regenwürmern, Springschwänzen und Nematoden eine neue Harpacticidenart, *Canthocamptus varicus* nov. spec., sowie *Canthocamptus pygmaeus* Sars.

52. Höhle bei Dossenbach.

Zwei Stunden von den vorigen entfernt, auf der andern Talseite, 390 m ü. M., ca. 50 m tief. Ich besuchte sie zweimal, am 31. Dez. 05 und am 18. Juli 09. Das zweite Mal brachte ich faules Holz nach Hause und fand ebenfalls *Canthocamptus varicus* nov. spec. Einige Meter tiefer entspringt ein Bach, der im nahen Dorf schon Mühlen treibt. Offenbar fließt er vorher längere Zeit unterirdisch und steht im Zusammenhang mit dem nahen 463 m ü. M. gelegenen Eichener-See, dessen Boden gewöhnlich trocken liegt und bebaut wird, nach langen Regenperioden sich jedoch plötzlich mit hervorquellendem Wasser füllt, bis er im Laufe weniger Wochen langsam wieder verschwunden ist. Bei seinem letzten Austritt im Juli 1909, fand ich dort in großer Menge *Cyclops strenuus* und den seltenen Phyllopoden *Chirocephalus diaphanus* Prév.

Die beiden folgenden Höhlen in Westfalen sind im Dez. 1907 von Dr. A. Thienemann besucht worden. Er hatte die Liebens-

würdigkeit mir sein Material an Copepoden zur Bestimmung zu übersenden:

53. Heinrichshöhle bei Sundwig (Sauerland).

In den Tropfwässern *Cyclops fimbriatus.*

54. Dechenhöhle (Sauerland).

Cyclops viridis, Cyclops fimbriatus, Cyclops serrulatus.

Endlich erhielt ich in verdankenswerter Weise Material von Dr. E. G. Racovitza, der gemeinsam mit Herrn Dr. Jeannel zahlreiche Höhlen untersucht hat. Da beide Forscher der terrestrischen Fauna mehr Aufmerksamkeit schenkten als der aquatilen, erklärt es sich, daß sie nur von zwei Fundorten Copepoden heimbrachten:

55. Grotte de Ste. Marie.

La Preste-les-Bains. Dép. Pyrénées orientales, Frankreich. Die Höhle liegt nach den Angaben von Herrn Dr. Racovitza 1250 m hoch. Die Temperatur des Wassers beträgt 9,5° C. Vollständige Dunkelheit und große Feuchtigkeit. Zahlreiche Copepoden auf nassem, in der Höhle herumliegendem Holz. Ich bestimmte die Tiere als *Canthocamptus pygmaeus* Sars. und *zschokkei* Schmeil.

56. Grotte de Beaume les Messieurs.

28. Sept. 1907. *Cyclops serrulatus.*

Von den in diesem Kapitel charakterisierten Fundorten sind zwei Drittel, nämlich 33, von Copepoden bewohnt. Was die übrigen 23 betrifft, so ist keineswegs ausgeschlossen, daß auch in ihnen bei erneutem Suchen solche sich finden ließen, sind doch mit Ausnahme von zweien alle nur einmal von mir besucht worden. Sechs enthalten nur fließendes Wasser, in welchem Copepoden bekanntlich viel spärlicher vertreten sind, zwei während des ganzen Jahres Eis, einer ist durch Ammoniak verunreinigt. Wenn man diese Tatsachen berücksichtigt, so darf man getrost behaupten, daß unterirdische Gewässer in der Regel von Copepoden bevölkert sind.

Nur in ganz wenigen Fällen ließ sich der Zusammenhang eines der erwähnten Fundorte mit einem oberirdischen Gewässer nachweisen. Meist liegen diese viel tiefer und die landläufige Behauptung, die in Höhlen lebenden Copepoden seien

aus oberirdischen Gewässern zufällig in das neue Milieu hineingespült worden, ist unrichtig.

Hier mögen einige Worte über den Fang der Höhlencopepoden angebracht sein.

Bei Beginn meiner Untersuchungen bediente ich mich eines Schnurplanktonnetzes. In Anbetracht der Kleinheit der meisten Höhlengewässer, fertigte ich mir Stocknetze von verschiedener Größe an; für die kleinsten Wasserlachen ein Netzchen von nur 10 cm Durchmesser. Für spätere Forscher mag die Angabe wichtig sein, daß es ziemlich aussichtslos ist, selbst mit einer guten Acetylenlampe in den Wasserlachen nach Copepoden zu spähen, nur in seltenen Fällen konnte ich welche erblicken und mit einer Pipette fangen. In der Regel fand ich sie erst zu Hause und nur in schwarzen Gefäßen, da sie sehr hyalin sind und oft im Schlamme sich verstecken. Die gleiche Gewohnheit haben die Ostrakoden; sie verraten jedoch bald ihre Anwesenheit, indem der von ihnen zurückgelegte Weg in Form von ganz typischen Schleifen sichtbar ist. Thiébaud beobachtete, wie speziell die Harpacticiden erst nach einigen Tagen aus dem Schlamm heraustreten.

Zur besseren Anschauung habe ich auch meine Resultate in tabellarischer Übersicht zusammengestellt, 18 Arten, die sich auf 33 Fundorte verteilen. Sechs davon sind keine unterirdischen Gewässer, sondern Quellen, von denen keine einzige typische Höhlencopepoden aufwies, während andere echte Höhlenbewohner, Planarien, Asseln, Flohkrebse und Schnecken mir immerhin bewiesen, wie sehr die Quellen bei der Höhlenforschung zu berücksichtigen sind. In allen sechs Quellen fand ich *Cyclops serrulatus*, gelb gefärbt und durch kein Merkmal auf unterirdische Lebensweise hinweisend. Trotzdem habe ich auch diese Fundorte in der Tabelle aufgeführt. Das schon in der ersten Tabelle ersichtliche, überaus häufige Vorkommen von *C. serrulatus* in Höhlen wird dadurch, wenigstens teilweise, erklärt.

Ein Vergleich beider Tabellen zeigt, daß auch von mir die drei Arten *serrulatus, viridis* und *fimbriatus* am häufigsten gefunden worden sind, dagegen fand ich *bicuspidatus* bloß ein einziges Mal. Von den *Cyclops*-Arten früherer Autoren fehlen in meiner Liste: *Cyclops fuscus, albidus, prasinus, dybowskii* und *nanus,* die sieben übrigen konnte auch ich nachweisen. Fünf weitere Formen

			1. *Cyclops serrulatus* Fischer	2. *Cyclops macrurus* Sars var. *subterranea* mihi	3. *Cyclops teras* mihi	4. *Cyclops fimbriatus* Fischer	5. *Cyclops strenuus* Fischer	6. *Cyclops viridis* Jur.	7. *Cyclops crinitus* mihi	8. *Cyclops bicuspidatus* Claus	9. *Cyclops zschokkei* nov. spec.	10. *Cyclops bisetosus* Rehbg.	11. *Cyclops vernalis*	12. *Cyclops unisetiger* nov. spec	13. *Canthocamptus* spec.	14. *Canthocamptus crassus* Sars.	15. *Canthocamptus zschokkei* Schmeil	16. *Canthocamptus typhlops* Mrazek	17. *Canthocamptus pygmaeus* Sars	18. *Canthocamptus varicus* mihi
	Frankreich	Ste. Marie																+	+
		Beaume les Messieurs	+																
	Westfalen	Dechenhöhle	+			+		+											
		Heinrichshöhle				+													
	Südlicher Schwarzwald	Aachquelle	+																
		Dossenbach																	+
		Haslerhöhle	+					+										+	+
		Weitere 3 Ziehbrunnen				+													
	Rheinebene	Ziehbrunnen, Universität	+																
		Schichtenquellen	+																
	Jura	Indevillers						+	+										
		Remonod							+										
		Loue	+																
		Toffière			+				+										
		Ste. Croix			+						+								
		Noirveaux	+						+										
		Areuse	+																
		Môtiers			+				+		+								
		Vert													+			+	+
		Four									+								
		Milandre	+													+			
		Réclère				+													
		Creugenat	+																
		Kalksteinbrüche Liesberg						+											
		Hauensteintunnel																+	
		Wasserreservoir					+												
		Glitzersteinhöhle																	
	Alpen	Beatenhöhle										+							
		Laui-Loch	+		+					+					+				
		Höll-Loch			+	+		+	+								+		
		Serenbach			+														
			Trifida				*Bifida*														

sind neu: *Cyclops teras, Cyclops crinitus, Cyclops zschokkei, Cyclops unisetiger, Cyclops macrurus* var. *subterranea.*

Vollständig fehlen in meiner Liste die Centropagiden.

Ich habe bereits im historischen Teil erwähnt, daß diese Copepoden selten in unterirdischen Gewässern gefunden worden sind.

Wie Mrázek betont, kommen sie »meistens nur in größeren Lokalitäten vor, sind auch relativ größer und treten fast immer massenhaft in freien Wasserschichten auf, ohne sich, wie die Harpacticiden und Cyclopiden, zwischen dichtem Pflanzenwuchs, Moos und Bodenschlamm aufzuhalten«.

In seiner Arbeit über Copepodentypen kennzeichnet Pesta die Cyclopiden als Hüpfer, die Centropagiden als Schwimmer und die Harpacticiden als Kriecher. Es ließe sich erwarten, daß die letzte Gruppe am häufigsten in unterirdischen Gewässern zu finden sei[1]).

Wenn ich trotzdem eine größere Anzahl von Cyclopiden als von Harpacticiden in Höhlen erbeutete, so beruht dies zum guten Teil auf dem Umstand, daß diese Tiere viel schwieriger zu finden sind als jene, sowohl wegen ihrer geringeren Körpergröße, als besonders infolge ihrer spezifischen Lebensweise, die von Art zu Art viel größere Abwechslungen bietet, als dies bei den Cyclopiden der Fall ist.

Wie van Douwe richtig bemerkt, »bedarf es beim Fang dieser kleinen Kruster oft umständlicher Manipulationen, welche die Zeit des Sammlers nicht immer zuläßt«.

Trotzdem gelang es mir, die Liste der in Höhlen lebenden Harpacticiden um vier Arten zu bereichern: *Canthoc. zschokkei, Canth. crassus, Canthoc. typhlops, Canthoc. varicus* nov. spec.

Die nähere Charakterisierung der gefundenen Arten bildet den Inhalt des folgenden Kapitels.

---

[1]) Etwas vollständiger und anschaulicher wäre vielleicht ein anderes Schema: Centropagiden = Schweber (pelagisches Plankton).
Cyclopiden = Schweber, Schwimmer, Kriecher (auf fester Unterlage).
Harpacticiden = Wühler (Stereotropie).

Charakteristik der im vorigen Kapitel aufgezählten Arten.

A. Cyclopiden.

I. Trifida.

In seiner Arbeit über die Copepoden Württembergs hat Vosseler als erster die *Cyclops*-Arten nach der Bewehrung der rudimentären Füße in zwei natürliche Gruppen eingeteilt. Schmeil hat diese Einteilung beibehalten und seinen Bestimmungstabellen zugrunde gelegt. A. Graeter hat alsdann von diesen beiden Gruppen ein Gesamtbild entworfen und sie mit dem Namen *Trifida* und *Bifida* bezeichnet.

Zur ersten Gruppe gehören alle Formen, bei denen das Endglied des fünften Fußpaares drei Anhänge, Borsten oder Dornen trägt. Die Gruppe ist durch weitere Merkmale gekennzeichnet. Im weiblichen Geschlecht trägt das fünfte Cephalothoraxsegment einen Borstenbesatz, die männliche Antenne besitzt keine Sinneskolben, sondern Sinnescylinder. Alle hierhin gehörigen Arten haben nur dreigliedrige Schwimmfußäste. Der fünfte Fuß kann zwei- und eingliedrig sein. Im zweiten Fall ist dieser Reduktionsprozeß viel weiter fortgeschritten als bei den *Bifida*, wo das verlorene Basalglied immer noch durch eine vom Cephalothorax aufgenommene Borste angedeutet ist.

Biologisch kennzeichnet sich die Gruppe dadurch, daß sie keine Formen aufweist, die ein pelagisches Leben führen. Sie zählt bei uns neun häufige, meist buntgefärbte Arten. A. Graeter hält sie für den älteren, vitaleren Zweig, der auch zu Neubildungen fähig ist. Es ließe sich erwarten, daß die Gruppe in unterirdischen Gewässern besser vertreten sei. Es lassen sich jedoch aus später zu untersuchenden Gründen nur vier der von mir erbeuteten Arten hier einreihen.

Cyclops fimbriatus Fischer.

Diese Art gehört zu den anpassungsfähigsten Copepoden, und wurde schon unter den verschiedensten Bedingungen gefunden, in der Tiefe der Seen, an den höchsten Fundorten des Hochgebirges, in fließenden Gewässern, in konzentriertem Mineralwasser, im Holz von Bergwerkschächten, auf der Insel Rügen

in Eisenockerflocken, in Grönland, in Südamerika und auf verschiedenen Inseln, und, wie aus der ersten Tabelle ersichtlich, auch wiederholt unterirdisch, namentlich in Brunnen.

Deshalb ließ sich von vornherein erwarten, daß auch ich *Cyclops fimbriatus* finden würde, den ja bereits A. Graeter in einem Ziehbrunnen der Stadt Basel vor Jahren gefischt hatte.

Im Juni erbeutete ich in einem andern Brunnen zwei Männchen und sechs Weibchen, zwei trugen Eiballen mit drei bis vier Eiern jederseits.

Im Ziehbrunnen der Kohlensäurefabrik Pratteln fand ich im Juni trotz starker Verunreinigung zwei weitere Weibchen der Art, eines davon trug je neun Eier mit sich.

In einem dritten Brunnen des Dorfes Rosenau (Elsaß) im Juli drei Männchen und fünf Weibchen, eines davon trug je fünf Eier. Außerdem fand ich die Art in der Tropfsteingrotte von Réclère im August, drei Männchen und ebensoviele Weibchen, eines mit je sechs Eiern, ein Tier trug einige parasitische Infusorien.

Im Höll-Loch erhielt ich nur ein totes Exemplar. Von dem Material, das Herr Dr. Thienemann in Westphalen im Dezember gesammelt hat, stammen aus der Dechenhöhle vier Weibchen, eines mit jederseits acht Eiern und aus der Heinrichshöhle zwei Weibchen mit je zehn Eiern.

Cyclops serrulatus Fischer.

Ich habe absichtlich die alte Bezeichnung für diese weitverbreitete Art beibehalten. Lilljeborg hat bekanntlich drei Arten daraus gemacht, *serrulatus*, *macruroides* und *varius* und die letzte wieder in drei Varietäten gegliedert. Seine Merkmale stützen sich auf die sehr veränderliche Länge der Furka und die Beschaffenheit der Zähnchen, welche die »Säge« bilden. Für *serrulatus* gibt der schwedische Forscher als Merkmal einen Stachelsaum an den letzten Segmenten der I. Antenne an. Wir haben es also hier mit der von A. Graeter aufgestellten Varietät *denticulata* zu tun, die ja auch von anderen Autoren, wie Richard, La Roche, Brehm und Scheffelt gefunden worden ist. Ich selbst bin ihr nie begegnet, sondern immer wieder der typischen (nach A. Graeter) Form. Die in Höhlen lebenden Tiere sind farblos,

während die Quellbewohner regelmäßig eine strohgelbe Färbung mit Ausnahme des zweiten Cephalothoraxsegments aufweisen. Ich fand sie in allen von mir untersuchten Regionen und sie fehlte ebensowenig in dem mir zugesandten Material.

Ein detaillierter Überblick möge hier noch folgen.

Lauiloch: Aug. 1 Weibchen mit je 6 Eiern im Eiballen.

Creugenat: Aug. Oberirdisch, 5 Männchen, 9 Weibchen, eines mit je 7 Eiern, einige Tiere mit Parasiten behaftet.

Areusequelle: Okt. 2 Weibchen, eines mit je 14 grünlichen Eiern.

Beaume de Noirveaux: Okt. Im Halbdunkel 5 Männchen, 1 unentwickeltes Weibchen.

Grotte de Milandre: Aug. 2 Männchen, 1 Weibchen mit je 8 Eiern; einige Nauplien und Formen im Cyclopidstadium.

Quelle der Loue: Okt. 2 Weibchen.

Schichtenquellen der Rheinebene: Juli. 2 Weibchen und ein Nauplius.

Brunnen der Basler-Universität: Juni. 11 Männchen, 24 Weibchen, 5 mit Eiballen, die auf einer Seite je 3, 4, 5, 6, 7 Eier enthielten. Juli: 3 Weibchen.

Haslerhöhle: Mai. 1 Weibchen.

Aachquelle: März. 1 Weibchen von grünen Confervoideen bedeckt.

Grotte de Beaume les Messieurs in Frankreich: Sept. 1 Weibchen mit Eiballen 5 und 2 Eiern.

Dechenhöhle in Westphalen: 1 Weibchen.

Ein so zahlreiches Vorkommen dieses *Cyclops* ist erklärlich, wenn man seine oberirdische Verbreitung in Betracht zieht. Nicht nur in allen 5 Weltteilen gehört er zu den häufigsten, sondern er findet sich auch in allen möglichen Gebieten, im Hochgebirge, in fließendem Wasser, in Quellen, in Moorgewässern, in salz- und kohlesäurehaltigem Wasser, zu jeder Jahreszeit. Daher wird er von den meisten Autoren übereinstimmend als die gemeinste Art bezeichnet. Außer in vielen Brunnen fand man ihn in Karsthöhlen, in der Mammuthöhle in Nordamerika und der Nebelhöhle in Württemberg.

Cyclops teras E. Graeter.

Zool. Anz. Bd. XXXI. Nr. 25. 1907.

(Taf. I, Fig. 1, Textfig. 13, 14.)

Diese Art zeigt sowohl in ihrem Habitus (Fig. 1) wie in ihren Einzelheiten große Ähnlichkeit mit dem ober- und unterirdisch weitverbreiteten *Cyclops serrulatus*. An ihn erinnern die Größenverhältnisse von Cephalothorax und Abdomen. Die Antennen weisen nicht nur die nämliche Gliederzahl auf, sondern die Längenverhältnisse der einzelnen Segmente sind auch die gleichen. Ebenso verjüngen sich die letzten länglichen Fühlerabschnitte und reichen bis zur ersten Hälfte des zweiten Cephalothoraxsegments. Die Furka ist leicht geschweift (Fig. 14), ihre Endborsten zeigen die gleichen Proportionen, wie bei *serrulatus*, die zwei mittleren sind heteronom befiedert, d. h. oberhalb der dicht stehenden Fiedern befinden sich regelmäßig einige stärkere Dornen. Das Receptaculum seminis (Fig. 13) ist ebenfalls gleich geformt, wie bei der offenbar verwandten Art, indem es aus einem obern und untern Teil besteht, die beide fast die ganze Breite des Schwanzsegments einnehmen. Auch in der Form der Analplatte und der Dreigliedrigkeit der Schwimmfußäste sind beide Formen gleich. Betrachten wir nun die Unterschiede.

Fig. 13. *Cyclops teras*, mihi Receptaculum seminis und fünftes Fußpaar.

Fig. 14. *Cyclops teras*, mihi Furka.

Einmal ist die neue Art blind. Ich muß bemerken, daß ich nur lebende Exemplare untersucht habe. Aber an keinem war ein Auge sichtbar, überhaupt ist die Art so hyalin, daß ich sie nur auf dunklem Untergrund erblicken konnte. *Cyclops serrulatus* trägt am letzten Cephalothoraxsegment einen Borstenbesatz, dieser fehlt bei *Cyclops teras*, ebenso die »Säge« am Außenrand der Furka. Allerdings ist dies negative Merkmal bei *C. serrulatus*, wenn auch nur vereinzelt, auch schon beobachtet worden. Der Hauptunterschied der zwei Arten liegt jedoch im Bau des rudimentären

Füßchens (Fig. 13). Auch bei der neuen Art ist es eingliedrig und plattenförmig. Statt dreier Anhänge trägt es indessen nur zwei.

Wenn ich die Art trotzdem unter der Überschrift *Trifida* aufführe, so geschieht dies nicht ohne Grund. Die Dreigliedrigkeit der Schwimmfußäste, die heteronome Befiederung der Furkalborsten, das Fehlen jener bei den Bifida mit eingliedrigem rudimentären Füßchen vom Cephalothorax aufgenommenen Borste des nicht zur Ausbildung gekommenen Basalgliedes des Füßchens, endlich die große Ähnlichkeit mit *Cyclops serrulatus* weisen das Tier trotz des fehlenden Hauptmerkmals zur Gruppe der *Trifida*.

Um dies abnorme Verhalten zu kennzeichnen, welches das Tier aus seiner Sippe herausreißt und scheinbar einer ihr fremden einreiht, gab ich dem Tier den Namen *Cyclops teras*. Größe: 1 mm ohne, 1,5 mm mit der Furkalborste.

Ich fand die Art im ganzen fünfmal im Herbst und Winter, zu einer andern Zeit sind die betreffenden Höhlen nur selten zugänglich. Im Lauiloch zwei Weibchen und ein Männchen, im Höll-Loch beim einen Besuch zwei Weibchen, beim folgenden im März: 18 Weibchen, viele mit vollen Ovarien, aber ohne Eiballen; endlich im Sept.: zwei Weibchen, eines mit Eiballen, die jedoch im ganzen nur drei Eier enthielten. Aus einem dritten Fundort, der Höhle beim Serenbach, untersuchte ich ein männliches und ein weibliches Exemplar.

Allgemein konnte ich wahrnehmen, daß die Tiere sich nicht gut den neuen Verhältnissen anpaßten; nach wenigen Tagen erlagen sie den für sie ungünstigen Bedingungen. Ob daran das Licht oder die steigende Temperatur, oder andere Faktoren schuld sind, können nur genauere Untersuchungen mit reichlicherem Material entscheiden.

Cyclops macrurus var. *subterranea* E Graeter.

Zool. Anz. Bd. XXXI, Nr. 25. 1907.

(Taf. I, Fig. 2, Textfig. 15.)

Diese Varietät betrifft eine Zwischenform von *macrurus* und *serrulatus*, zwei Arten, die so nahe miteinander verwandt sind, daß z. B. Hartwig sie verschmilzt und Schmeil nur unter Vorbehalt *macrurus* als selbständige Art bestehen läßt. Die ganze

serrulatus-Gruppe ist überhaupt eine sehr variable und wird gegenwärtig von Brehm einer näheren Untersuchung unterzogen. Da ich selbst Gelegenheit hatte, beide Arten lebend zu beobachten, konnte ich mich von ihrer Verschiedenheit überzeugen und habe die in drei Höhlen gefundene Varietät zu *macrurus* gestellt, obschon sie bei aller habituellen Ähnlichkeit (vergl. Fig. 5 und Taf. V, Fig. 15 von *macrurus* bei Schmeil) nicht die lange Furka besitzt, der die Art ihren Namen verdankt.

Die Antennen reichen zurückgeschlagen bis zum Ende des ersten Cephalothoraxsegments, sind also länger als bei *macrurus*, und kürzer als bei *serrulatus*.

Die Furkalglieder sind kürzer als die drei letzten Schwanzsegmente. Von der für *macrurus* so charakteristischen Länge ist also keine Rede. Dagegen spricht für diese Art die annähernd gleiche Dicke der drei Borsten des rudimentären Füßchens (Fig. 15). Nach Brady und Schmeil ist zwar dieses in beiden Arten identisch; dagegen hebt A. Graeter hervor, daß die innere, bei *serrulatus* (form. typ.) merkwürdig dicke Borste, sich von den beiden andern in dieser Hinsicht nicht unterscheidet. Ich selbst konnte die Tatsache bestätigen an Exemplaren, die ich in der Uferzone des Mindelsees bei Konstanz erbeutete. Die Borste ist am Grunde allerdings auch sehr dick, verjüngt sich aber und läuft fadenartig aus, während sie bei *serrulatus* die Form einer Messerklinge hat. Ein weiteres Merkmal der Höhlenvarietät, das für *macrurus* spricht, ist die Länge der innersten Furkalborste, die mehr als doppelt so lang ist als die äußerste. Die zwei letzten Merkmale hat die von A. Graeter aufgestellte *serrulatus*-Varietät *denticulata*, wenn auch nicht in so ausgesprochenem Maße, mit der Höhlenvarietät von *macrurus* gemeinsam. Dafür fehlen dieser die eigenartig gezähnelte Rudermembran, sowie die gut ausgebildete »Säge« der *serrulatus*-Varietät. Ob nun *serrulatus* oder *macrurus* die Ausgangsform dieser subterranen Varietät war, sicher ist, daß das Höhlenleben sehr charakteristische Reduktionen bewirkt hat, Reduktionen, wie

Fig. 15.
Cyclops macrurus var. *subterranea* mihi, fünftes Fußpaar und Receptaculum.

wir sie weiter oben in ähnlicher Weise für *Cyclops teras* festgestellt haben.

Handelt es sich um *serrulatus,* so fehlt die »Säge«. Handelt es sich dagegen um *macrurus*, so ist das bei *macrurus* der »Säge« entsprechende Gebilde auf Rudimente reduziert, nämlich auf vier kurze Borsten, die quer zur Furka stehen, und bloß in der Seitenansicht gezählt werden können. Ferner fehlt der nicht nur für die beiden Formen, sondern für alle *Trifida* typische Borstenbesatz am fünften Thorakalsegment. Das Receptaculum seminis ist in seinem vorderen Rande leicht geschweift, was für *macrurus* spricht.

Alle untersuchten Formen erwiesen sich als blind.

Größe: (inkl. Borste) Männchen 1,5 mm, Weibchen 1,7 mm.

Nachdem ich schon 1906 die Form bei Môtiers erbeutet hatte, fand ich sie zwei Jahre später wieder in der Höhle von Môtiers, allerdings nur spärlich durch zwei unreife Exemplare mit neungliedrigen Antennen vertreten.

Zahlreicher war sie in der Höhle von Ste. Croix. Ich untersuchte drei Männchen und vier Weibchen, eines mit Eiern, drei auf einer Seite und eines auf der andern. Endlich fand ich fünf Weibchen und drei Männchen in einer dritten Höhle der gleichen Region, der Grotte de la Toffière.

II. Bifida.

Diese zweite Gruppe, zu welcher der größere Teil der Cyclopiden gehört, ist nach A. Graeter ein »in seinen Anfängen pelagisch gebliebener Seitenast der Trifida, dessen Weiterentwicklung durch immer tiefergehende Reduktion in der Bildung seltener Kümmerformen bestand.« Ihr gehören unter anderen alle stenothermen Kaltwassertiere an, die von Zschokke als Glazialrelikte beansprucht werden, während die erste Gruppe bloß eurytherme Kosmopoliten und Warmwasserbewohner enthält.

Die Mehrzahl der von mir gefundenen Arten gehört dieser Gruppe an.

Cyclops viridis Jur.

Wie *Cyclops fimbriatus* und *serrulatus* eine der gemeinsten Arten. Ein Blick auf Tabelle I belehrt uns, daß er schon in Österreich, Deutschland, Frankreich, England und Amerika subterran

gefunden wurde. Ich traf ihn in eigentlichen Höhlen am häufigsten. Dabei fielen mir zwei Eigentümlichkeiten auf. Erstens die große Variabilität im Bau des zweiten Gliedes des fünften Fußpaares. Bald war es kurz und stumpf, weniger hoch als das Basalglied, bald wieder schmal bis doppelt so lang. Die zweite Erscheinung ist das zahlreiche Vorkommen unentwickelter Individuen, in einem Verhältnis, wie ich es noch bei keiner Art fand.

Übrigens ist dies auch schon von andern Autoren wie Scheffelt und Daday beobachtet worden. In der folgenden Zusammenstellung habe ich jeweilen die Zahl der unentwickelten Tiere aufgezählt, sie waren meist nicht kleiner als die geschlechtsreifen, unterschieden sich jedoch leicht durch die zehn- oder elfgliedrige Antenne und das kürzere Geschlechtssegment.

Höll-Loch: Im Okt. Nur 2 weibliche Exemplare.

Kalksteinbrüche von Liesberg: 2 Männchen, 3 Weibchen, eines mit je 6 Eiern.

Môtiers: Okt. 2 Weibchen, Jugendformen.

Grotte de la Toffière: Okt. 11 Weibchen, davon 6 unentwickelt, 2 ohne Augenpigment, 3 Männchen.

Grotte de Remonod: 1 Männchen und 1 Weibchen.

Zisterne in Indevillers: 5 Weibchen, davon 2 unentwickelt und 1 mit je 14 Eiern, 2 Männchen.

Beaume de Noirveaux: 4 Weibchen, alle unentwickelt.

Haslerhöhle: Juli. 6 Weibchen, 3 mit je 5, 9 und 11 Eiern in einem Ballen, 2 von spärlichen Infusorien bedeckt.

Dechenhöhle in Westfalen: Dez. 14 Männchen und 19 Weibchen, eines mit je 4 Eiern, 3 unentwickelt.

Außerdem hatte ich Gelegenheit, von Herrn Prof. Zschokke gesammeltes Material aus der Tiefe schweizerischer Seen zu untersuchen.

Hallwilersee: Juli. 3 Männchen und 16 Weibchen, alle unentwickelt.

Vierwaldstättersee: Sept. 8 unentwickelte Weibchen, einige Wochen später 1 unentwickeltes Weibchen und 2 geschlechtsreife mit je 30 Eiern in einem Ballen. Im Nov. 2 reife Weibchen mit je 4—5 Eiern, beide reichlich mit Parasiten bedeckt.

Die Exemplare aus den Seen waren alle viel größer (bis 5 mm) als die von mir gesammelten, welche — die Borste mitgerechnet — nicht mehr als 2—3 mm maßen.

Ich untersuchte auch den Sinneskolben und fand, daß er sowohl bei den Exemplaren aus den Seen, als bei meinen, länger als gewöhnlich ist, indem er nicht nur bis zur Mitte des nächstfolgenden Antennensegments reicht, sondern bis zu dessen Ende. Ich komme auf diese Einzelheit noch im folgenden Kapitel zurück.

Cyclops crinitus E. Graeter.

Zool. Anz. Bd. XXXIII Nr. 2/3 1908.

(Taf. I, Fig. 3, 4; Taf. II, Fig. 5, Textfig. 16, 17.)

Der Cephalothorax ist relativ breit, das Verhältnis der Längen- zur Breitenachse verhält sich wie 3 : 5. Die einzelnen Segmente ragen an ihren Ecken seitlich hinaus. Das letzte ist geschweift und umfaßt den ersten Abschnitt des Abdomens; dieses ist halb so lang wie der Cephalothorax.

Die Furkalglieder divergieren. Proximal zeigen sie den Ansatz zu einer Rückenleiste, wie sie für die zwei Arten *strenuus* und *insignis* charakteristisch ist. An ihrem Innenrand ist die Furka behaart. Dieser Saum, besser ausgebildet und deutlicher zu erkennen als bei *viridis*, ist nicht kontinuierlich, sondern bildet ähnlich wie bei *fuscus* nach Graeter drei bis vier deutliche Gruppen. Auch der After ist von zahlreichen kurzen Haaren umgeben.

Die Segmenträndер des Abdomens sind gezackt. Die Borste des Außenrandes der Furka inseriert in deren unterm Drittel.

Kleine, napfartige Einsenkungen bedecken die Cuticula des ganzen Körpers. Von den Apikalborsten überragt die innerste die äußerste um mehr als das Doppelte.

Von außergewöhnlicher Länge sind die beiden mittleren. Ist schon die kürzere länger als das Abdomen, so ist die längere sogar doppelt so lang. *Cyclops crinitus* besitzt mithin von allen *Cyclops*-Arten die längsten Apikalborsten.

Die ersten Antennen reichen nicht ganz bis ans Ende des ersten Cephalothoraxsegments und sind zwölfgliedrig. Bei einem nicht geschlechtsreifen Exemplar sind das dritte und vierte Segment noch ungeteilt. Der Sinneskolben entspringt auf halber Höhe des neunten Gliedes und reicht bis zu dessen Ende.

Die zweiten Antennen sind halb so lang als die ersten.

Das rudimentäre Füßchen (Fig. 16) ist zweigliedrig; das wie bei *viridis* breite, niedrige Basalglied trägt ein befiedertes Haar, das Endglied ebenfalls ein solches Haar und einen kleinen Dorn, der bei den vier untersuchten Exemplaren bald mehr, bald weniger distal inseriert. Es bedarf weiteren Materials, um die Schwankungsamplitude festzustellen und hiermit die Frage zu beantworten, ob unsere Art der Gruppe *viridis* oder *vernalis* angehört.

Das Receptaculum seminis (Fig. 17 u. 4 [Taf. I]) war bei den drei entwickelten Tieren verschieden stark gefüllt und demgemäß war nicht nur sein Umfang, sondern auch seine Umrisse verschieden; denn

Fig. 16. *Cyclops crinitus* mihi ♂, rudimentäres Füßchen.

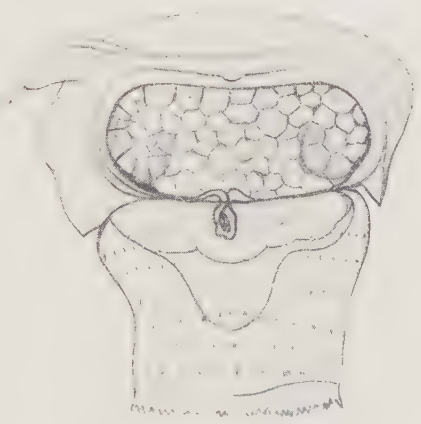


Fig. 17. *Cyclops crinitus* mihi ♂, gefülltes Receptaculum.

seine charakteristiche Gestalt erhält dieses Organ erst, wenn die letzten Ausbuchtungen mit Sperma angefüllt sind, wie dies von Schmeil, Forbes, Hartwig und besonders La Roche für verschiedene Arten betont worden ist. Bei unserer Species bildet im weniger gefüllten Receptaculum der obere Rand einen Bogen, dessen Enden sich aufwärts krümmen; im letzten Stadium zeigt der Bogen eine mittlere Einsenkung und seine Enden krümmen sich wie bei einem jonischen Kapitäl abwärts. Auch nach unten verändert das Receptaculum je nach dem Grad der Füllung seine Gestalt. Ähnlich wie Schmeil es bei *Cyclops languidus* nachgewiesen hat, sind auch in unserm Fall im weniger gefüllten Receptaculum die Spermatozoen von kugeliger Gestalt, später, wenn sie gegeneinander und gegen die Wände gepreßt werden, polyedrisch. Sämtliche Exemplare sind wie alle Höhlencopepoden farblos und hyalin, jedoch nicht blind wie *Cyclops teras*.

Die Gesamtlänge der ausgewachsenen Exemplare beträgt 2,1 bis 2,3 mm, die Jugendform 1,8 mm.

Die Furkalborste allein mißt 0,86—0,91 mm, bei der Jugendform 0,73 mm.

In Anbetracht dieser außergewöhnlichen Länge wählte ich für die neue Form den Namen *Cyclops crinitus.*

Die neue Art gehört zur Gruppe der *Bifida.*

Habituell gleicht die Art in mancher Beziehung *Cyclops viridis,* unterscheidet sich aber von ihm deutlich durch die geringe Zahl der Antennenglieder. Während unsere bekannten *Bifida*-Arten siebzehn und in je einem Falle sechzehn- und vierzehngliedrige Antennen aufweisen, sind die unserer Form zwölfgliedrig. Sie stimmt hierin überein mit den beiden von Sars beschriebenen dänischen Arten *Cyclops capillatus* und *crassicaudis.* Dieser ist in den letzten Jahren auch für Deutschland nachgewiesen worden und unterscheidet sich von unserer Form nicht nur durch die Umrisse des Receptaculums, sondern durch sein rudimentäres Füßchen, das dem von *bisetosus* gleicht. Mehr Ähnlichkeit besitzt unsere Form mit der zweiten Art *Cyclops capillatus* infolge der Ähnlichkeit des fünften Fußpaares, die sie auch *viridis* nahe bringt.

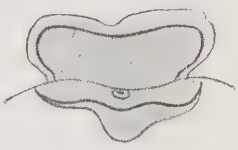
Stellen wir zur genaueren Charakterisierung von *Cyclops crinitus* dessen Unterschiede von *viridis* und *capillatus* zusammen. (Siehe Tabelle S. 39.)

Sind schon die zuerst angeführten Unterschiede derart, daß die drei Formen leicht zu unterscheiden sind, so ist die Verschiedenheit der Receptaculumumrisse vollends ausschlaggebend. Ohne Zweifel ließen sich noch mehr Unterschiede zwischen meiner Form und *Cyclops capillatus* finden, leider besitze ich von dieser seltenen Art weder Habitusbild noch genaue Beschreibung oder gar Exemplare.

Fundort von *Cyclops crinitus:* Höll-Loch, Sept. Vier weibliche Exemplare.

Cyclops strenuus Fischer.

Drei Faktoren charakterisieren diese Art: ihre Häufigkeit, ihre Vorliebe für kalte Temperatur und ihre pelagische Lebensweise. Als »typisches Glazialrelikt« wird *Cyclops strenuus* immer wieder bezeichnet. Wurde er doch in Spitzbergen und auf den neusibirischen Inseln gefunden und Zschokke gibt für ihn nicht

	C. viridis	*capillatus*	*crinitus*
Die Achsen des Cephalothorax verhalten sich wie	2 : 1	keine Angaben	3 : 5
Furka	divergierend	kaum divergierend	divergierend
Haarsaum am Innenrand der Furka	kontinuierlich	fehlt	in Büscheln
Borste des Außenrandes der Furka	im untern Viertel	in der Mitte	im untern Drittel
Innerste Apikalborste	doppelt so lang als die äußerste	gleich lang wie die äußerste	doppelt so lang als die äußerste
Längste Apikalborste	etwas länger als das Abdomen	ebensolang wie das Abdomen	doppelt so lang als das Abdomen
Verhältnis der Furka zu ihren Borsten	8 : 5 : 22 : 32 : 12	8 : 8 : 26 : 33 : 8	8 : 5 : 33 : 55 : 12
Antennen	17gliedrig	12gliedrig	12gliedrig
Receptaculum seminis			

nur die größte Zahl von Fundorten für die Hochalpen an, sondern auch den höchsten Wohnplatz für Cyclopiden — den untern See von Orny 2686 m ü. M. Keine andere Art wird ferner so häufig unter dem Eis gefunden, während sie im Sommer meist ververschwindet und durch *Cyclops Leuckarti* ersetzt wird.

Bei seiner Häufigkeit — Mrazek, Steuer, Schmeil, A. Graeter bezeichnen ihn als den, oder als einen der gemeinsten — ließe sich erwarten, daß er ein häufiger Gast in Höhlen sei. Allein nur Claus und Enslin fanden ihn in solchen. Simon in einer Wasserleitung und Frey in Brunnen. Ich selbst fand ihn einmal im Wasserreservoir der Stadt Basel im Monat Juni durch drei Weibchen und zwei Männchen vertreten. Nur ein Weibchen war geschlechtsreif und trug gefüllte Ovarien. Alle hatten deutliche Augen.

Größe des Weibchens 1,8 mm mit Borste. Der Sinneskolben am zwölften Segment nicht ganz so lang, wie die zwei folgenden Segmente.

Ein zweites Mal fand ich die Art gemeinsam mit *Cyclops viridis* in einer Zisterne bei Indevillers durch zwei geschlechtsreife Weibchen vertreten.

Cyclops bisetosus Rehberg.

Die Art ist durch ihr typisches Receptaculum mit den zwei Hörnchen leicht von allen übrigen zu unterscheiden. Ich fand sie als einzige Copepodenform in der Beatenhöhle in kleinen Tümpeln, und untersuchte achtzehn Weibchen und ein Männchen. Ein Weibchen war noch unentwickelt, mit nur elfgliedriger Antenne. Ein Auge war stets vorhanden, bei den einen gelb, bei andern schwarz. Die meisten Weibchen hatten gefüllte Ovarien, 6 trugen Eiballen, die 10, 14, 17, 18, 20 und 52 Eier auf einer Seite enthielten. Der apicale Dorn des Endglieds des 5. Fußpaares ist nicht bewimpert, die 1. Antenne reicht bei einigen Exemplaren bis zum untersten Rand des ersten Cephalothoraxsegmentes. Meist ist sie jedoch kürzer. Der Sinneskolben reicht bis zur Hälfte des drittfolgenden Segments. Auf der Schmeil'schen Figur ist er kürzer abgebildet, dagegen zeigt eine sehr detaillierte Zeichnung A. Graeter's gleiche Längenverhältnisse. Die napfartigen Eindrücke an der Furka, von denen Schmeil spricht, waren deutlich sichtbar.

Die Tiere sind alle pigmentlos und ohne den Anflug von rosenrot, den man an oberirdischen Formen wahrnimmt. Sie hielten sich in Gefangenschaft sehr gut; obschon das Wasser im Gefäß eine hohe Temperatur erreichte, lebten sie von Anfang August bis Ende Oktober.

Cyclops bisetosus ist keine häufige Art. In der Schweiz fand ihn bis jetzt nur A. Graeter in einem Weiher bei Basel, der im Sommer austrocknet. Ich selbst fand die Art in einem Eisweiher bei Basel und einem Tümpel des Neuenburgerjuras. Beide Gewässer liegen in der heißen Jahreszeit trocken. Ein solches Vorkommen wird übereinstimmend auch von Sars, Schmeil und Lilljeborg angegeben. Die Angaben dieses letzten Autors gebe ich hier etwas ausführlicher wieder, erstens weil der Inhalt der Arbeit, die in schwedischer Sprache abgefaßt ist, manchem

Forscher fremd sein dürfte, namentlich aber, weil die Angaben für die Erklärung des Höhlenlebens Anhaltspunkte liefern.

Lilljeborg ist überzeugt, daß die Art, welche Sars im nördlichsten Asien und Richard auf Spitzbergen fand, in ganz Schweden bis zum hohen Norden zu finden ist. Im Sommer kommt sie nicht vor, außer in kühlem Wasser, in einer Quelle und an einer schattigen Stelle in Schonen. Sobald der Schnee verschwindet, findet man sie in Teichen und Pfützen; ebenso im Herbst und im Winter unter dem Eise. Sein Vorkommen spricht dafür, daß wir es mit einem Glazialrelikt zu tun haben. Soweit Lilljeborg.

Wichtig ist ferner, daß *Cyclops bisetosus* fähig ist, auf feuchter Unterlage zu kriechen und daß Schmeil ihn in der Adelsbergergrotte entdeckte, wo er die kleinen Tümpel belebt, die durch Sickerwasser gebildet sind und welche selbst im Sommer nicht austrocknen. Ihr Vorkommen dort wird vom Autor dadurch erklärt, daß eventuelle Dauereier mit Staub in die Höhle getragen wurden, eine Ansicht, die durch die seither zahlreich gemachten Funde von Copepoden in unterirdischen Gewässern hinfällig geworden ist. Ich will indessen den theoretischen Erwägungen über die Herkunft der Höhlencopepoden, die in einem folgenden Kapitel folgen, nicht vorgreifen.

Cyclops bicuspidatus Claus.

Dieser relativ häufigen, kosmopolitischen Form, die eine wenig ausgesprochene Vorliebe für kältere Temperatur zeigt und die auch wiederholt unterirdisch gefunden worden ist, bin ich nur ein einziges Mal begegnet, im Lauiloch, und nur einem einzigen weiblichen Exemplar. Vielleicht hängt dies mit der von A. Graeter beobachteten Tatsache zusammen, daß die Art, obschon häufig, immer nur in wenigen Exemplaren vorkommt. Sonst ist *bicuspidatus* unterirdisch durchaus kein so seltener Gast, wie Tabelle 1 beweist. Nennt ihn doch Frič geradezu »Brunnenhüpferling«. Ich bin überzeugt, daß eine Fortsetzung meiner Untersuchungen die Zahl der Fundorte für diese Art vergrößern wird.

Cyclops vernalis Fischer.

Ich fand ihn zusammen mit *C. bicuspidatus* im Lauiloch und konnte ihn leicht an den typisch ausgeschweiften Ecken der letzten Cephalothoraxsegmente unterscheiden. Die drei Exemplare

— zwei Männchen und ein Weibchen mit gefüllten Ovarien — zeigten alle drei ein deutliches Auge. Der Sinneskolben ist ebensolang, eher länger, als die zwei folgenden Glieder der 17gliedrigen Antenne. A. Graeter nennt *C. vernalis* eine Form von »schwach stenothermem Charakter«. Sie wurde an verschiedenen Punkten Europas nachgewiesen, außerdem in Patagonien, Turkestan, China und Sibirien, auf den neusibirischen Inseln, in Nordamerika, auf Ceylon. Zschokke gibt für die Alpen fünf Fundorte an, von denen der höchste 2313 m ü. M. liegt. Ekman fand das Tier in den kältesten Seen des schwedischen Hochgebirges, auch Lilljeborg erwähnt ihn von dort und betont seine Häufigkeit im Frühling und Spätherbst und im Winter unter dem Eise, während der Krebs im Sommer selten werde.

Cyclops zschokkei nov. spec.

(Taf. II, Fig. 6, Textfig. 18, 19.)

Die Verhältnisse, wie wir sie bei dieser Art finden, erinnern stark an *C. bicuspidatus*. Die Länge des Cephalothorax verhält sich zu dessen Breite bei beiden Formen wie 3 : 5. Das fünfte Segment ist so breit wie das erste Abdominalsegment. Auch die relative Größe von Abdomen und Furka und der längsten Apikalborste ist mit der von *bicuspidatus* identisch. Die übrigen Furkalborsten verhalten sich anders. Die Insertionsstelle der Seitenborste ist distaler gelegen. Die dorsale ungefiederte Borste ist stärker entwickelt, ebenso die innerste Apikalborste. Die zweitäußerste verhält sich zur längsten wie 1 : 2. Ganz an *bicuspidatus* erinnert aber das rudimentäre Füßchen, bestehend aus einem kurzen, mit langer Borste versehenen Basalglied und dem langgestreckten distalen Glied, das an seinem Ende einen Stachel und eine lange Borste, die beide befiedert sind, trägt.

Ganz typische Gestalt zeigt das Receptaculum seminis (Fig. 12 und 13). Die obere Hälfte ist seitlich eingeschnürt, so daß sie in zwei unvollkommen getrennte Teile zerfällt, von denen auf den oberen stark zwei Drittel fallen. Der obere Rand bildet bei unvollständig gefülltem Organ eine gerade Linie, sonst eine starke Wölbung nach oben.

Die untere Hälfte scheint durch die obere verdeckt und bloß mit Kittsubstanz gefüllt zu sein. Am besten sind die mit keiner andern Art zu verwechselnden Umrisse aus der Figur ersichtlich.

Die ersten Antennen sind elfgliedrig. Der Sinneskolben entspringt in der Mitte des achten Segments und reicht bis zum Anfang des neunten. Ein einziges Exemplar zeigte Spuren weiterer Teilungen der Antennenglieder, beim siebten in drei, beim achten in zwei Teile, was auf eine vierzehngliedrige Antenne hinweist.

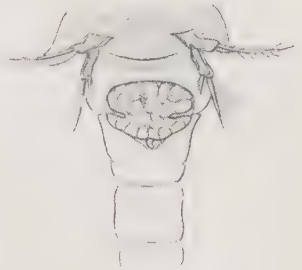


Fig. 18. *Cyclops zschokkei* nov. spec., unvollständig gefülltes Receptaculum.

Eine weitere, sehr interessante Abweichung zeigte bei einem anderen Tier das eine rudimentäre Füßchen. Während das Endglied des einen normalerweise einen Dorn und eine Borste trug, waren am andern drei lange Borsten sichtbar, offenbar ein Rückschlag auf den älteren Trifidazustand.

Alle Exemplare waren äußerst hyalin und ausnahmslos ohne sichtbares Auge.

Die Größe, Borste mitgerechnet, schwankt von 0,9—1,1 mm.

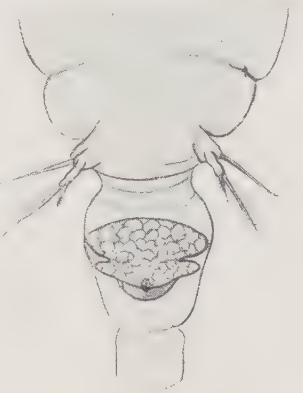


Fig. 19.
Cyclops zschokkei nov. spec. ♂, vollständig gefülltes Receptaculum.

Ich fand das Tier in drei Höhlen. Bei Môtiers im Oktober ein Männchen und acht Weibchen, davon aber nur zwei geschlechtsreif; bei Ste. Croix zwei Männchen und acht Weibchen, vier mit Eiballen, alle spärlich und unsymmetrisch gefüllt, nämlich 2 + 4, 3 + 4, 3 + 4 und 6 + 2, eines trug Spermatophoren; sie liegen in der Richtung der Körperachse. Endlich fand ich das Tier wieder im folgenden Jahr im Juli in der Areuseschlucht, ein Männchen und zwei Weibchen.

Ich benannte die Art nach meinem Lehrer, Herrn Professor Zschokke.

Cyclops unisetiger E. Graeter.

Zool. Anz. Bd. XXXII. 1908.

(Taf. II, Fig. 7, 8, Taf. III, Fig. 9, Textfig. 20.

Von den elf schlecht beschriebenen *Cyclops*-Arten Koch's (1835—40) läßt Schmeil *phaleratus* gelten, da die Koch'sche Zeich-

nung deutlich das merkwürdige Eindringen der Ovarien in das breite Abdomen zeigt, wie es sonst nur für *Canthocamptus*- und nicht für *Cyclops*-Arten bezeichnend ist. Fischer (1851—53), dem wir die ersten brauchbaren *Cyclops*-Diagnosen und die Entdeckung mindestens sechs neuer Arten verdanken, hatte den Koch'schen *phaleratus* eben seines breiten Abdomens wegen *canthocarpoides* getauft. Mit diesem Namen wollte Fischer mehr als nur die äußere Ähnlichkeit andeuten. Er sah irrtümlicherweise in *Cyclops phaleratus* eine Übergangsform; diese Art aber, wie alle kriechenden, entfernt sich von dem walzlichen, wühlenden *Canthocamptus* durch ihre außergewöhnliche Plattheit. Die Bedeutung unserer neuen Art aus den Jurahöhlen liegt nun darin, daß wir in ihr die lang gesuchte Übergangsform haben.

Die Art ist sehr leicht zu charakterisieren, da sie, wie keine zweite vom gewöhnlichen Cyclopidentypus abweicht. Das Tier ist von schlanker Gestalt und erinnert nicht nur in Habitus, auch in Bewegung und verschiedenen Einzelheiten an Harpacticiden.

Abdomen und Cephalothorax sind nicht wie bei den übrigen Cyclopiden deutlich voneinander getrennt, da das erste Abdominalsegment in beiden Geschlechtern stark aufgetrieben und ebenso breit ist, wie der letzte Thorakalring. Die folgenden sind oben breiter als unten, das letzte zeigt außer einem Dornenkranz dorsal eine dreieckige Platte, ähnlich dem Analoperkel der Harpacticiden, eine Erscheinung, welche bei den andern Cyclopiden fehlt.

Die Furka (Fig. 20) ist kurz, nicht länger als das letzte Segment, an der Basis etwas eingeschnürt, so daß sie eine ovale Form hat, wie wir sie bei den meisten Harpacticiden finden.

Merkwürdig ist die Beborstung der Furka. Die Seitenborste befindet sich ungefähr in der Mitte, das dorsal und distal gelegene, ungefiederte Haar ist gut ausgebildet und länger als die Furka. Von den vier Apikalborsten sind nur drei vorhanden. Die zweite von außen, die bei den übrigen Arten eine beträchtliche Länge erreicht, fehlt fast vollständig. Zu den drei übrigen Borsten, von außen nach innen gezählt, verhält sich die Furka wie 8 : 3 : 23 : 1.

Die äußerste Borste ist also bei dieser Art länger als die innerste, während gewöhnlich das Umgekehrte der Fall ist. Die mittlere ist so lang wie das Abdomen und die zwei letzten Thorakalsegmente, und an den zwei distalen Dritteln gefiedert.

Die bei allen *Cyclops*-Arten an der Basis der Borste sichtbare »helle Stelle« fehlt bei der vorliegenden Art, wie bei *Canthocamptus staphylinus*.

Sehr auffallend ist auch der Bau der Schwimmfüße. Bekanntlich haben alle andern Arten entweder zwei- oder dreigliedrige Äste. Nur zwei Arten, *Cyclops languidus* und *Cyclops nanus*, weisen sowohl zwei- und dreigliedrige Äste auf. Ähnlich verhält es sich bei unserer Art, doch sind hier alle Äste zweigliedrig, mit Ausnahme des vierten Exopoditen, während bei den genannten zwei Arten nur die zwei Äste des ersten und der Innenast des zweiten Fußpaares zweigliedrig sind.

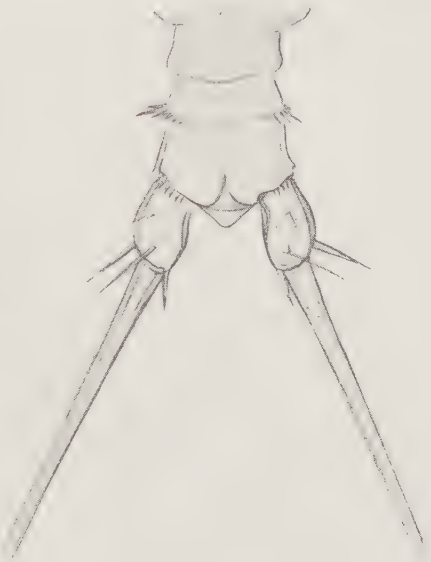


Fig. 20. *Cyclops unisetiger*, mihi, ♂, Furka.

Das fünfte Fußpaar ist eingliedrig und mit zwei Borsten ausgerüstet, von denen die äußere die innere um das Zwei- bis Dreifache überragt.

Das Receptaculum seminis ist trapezförmig, mit der breiten Seite nach oben (Fig. 9).

Die Antennen überragen zurückgeschlagen das erste Cephalothoraxsegment, sie sind elfgliedrig. Der Sinneskolben sitzt auf halber Höhe des achten und reicht bis zum Ende des neunten Segments. An der männlichen Vorderantenne konnte ich 15 Segmente und je einen Sinneskolben am 1., 5., 8. und 11. Abschnitt zählen. Ein Auge ist vorhanden, wenn auch nicht immer auf den ersten Blick sichtbar, bei einigen männlichen Tieren war es nicht zu finden.

Alle sind farblos, aber nicht so durchsichtig wie die übrigen Höhlencopepoden. Dies rührt wohl von dem Umstand her, daß sie weniger dorsoventral abgeplattet sind, als die Mehrzahl der *Cyclops*-Arten. Vielmehr scheinen sie einen walzenförmigen Körper zu haben.

Hier mag eine Beobachtung erwähnt sein, die deshalb wichtig ist, weil sie zeigt, wie Angaben über Körperdimensionen vorsichtig aufzunehmen sind.

Bei einem frischen lebenden Exemplar verhält sich die Breite des ersten Thorakalsegments zur Länge des Körpers vom Kopf zum Telson, wie 22 : 69. Das Tier erinnert ganz an *Canthocamptus* (Taf. II, Fig. 7). Nach wenigen Augenblicken verkürzt und verbreitert sich der Körper unter dem Druck des Deckglases. Breite und Länge verhalten sich wie 26 : 65, und das Tier sieht viel cyclopsähnlicher aus (Fig. 8). Entsprechend der Körpergestalt ist auch die Art, sich fortzubewegen. Die Tiere bleiben auf dem Grund, krümmen sich seitlich wie die übrigen Formen mit verschmälertem Thorax und verbreitertem Abdomen, die flachen *Cyclops fimbriatus*, *phaleratus* und die walzlichen Harpacticiden. Sie sind leicht zu fangen, da sie sich langsam und gleichmäßig bewegen, aber sehr schwer zu entdecken, einmal infolge ihrer hyalinen Beschaffenheit, ferner weil sie lange in unbeweglicher Stellung verharren, sogar wenn man das Gefäß rüttelt, gerade als wollten sie sich tot stellen, hauptsächlich aber wegen ihrer geringen Körpergröße. Die Borsten mitgerechnet, messen die Weibchen 0,8, die Männchen 0,6 mm, sind somit die kleinsten bekannten Copepoden. Sie lebten etwa 14 Tage lang. Tote Exemplare lassen sich leichter finden, da sie ihre Durchsichtigkeit einbüßen.

Nur wenige Exemplare hatten ihre volle Entwicklung noch nicht erreicht. Einige Weibchen hatten volle Ovarien, leider konnte ich keine mit Eiballen finden. Die Männchen waren zahlreicher vertreten als die Weibchen. Ich fand im Januar in einem Tümpel der Grotte de Vert 14 Exemplare der seltenen Art in Gesellschaft von Harpacticiden und zwei Jahre später im Sommer ein vereinzeltes Männchen.

Wegen ihrer nur in der Einzahl entwickelten Hauptborsten, gab ich dem Tier den Namen *Cyclops unisetiger*.

Es ist mir nur ein Fall bekannt, wo bei einer *Cyclops*-Art die gleiche Erscheinung beobachtet worden ist, und da war es nicht ein Artmerkmal, sondern ein interessanter Ausnahmefall, offenbar eine »Mutation« im Sinne von De Vries. A. Graeter beobachtete nämlich in einem Weiher von Kleinhüningen bei Basel 19 weibliche Exemplare von *Cyclops affinis* Sars, bei denen die zweite Borste von außen wie bei der oben beschriebenen Art vollständig fehlte. Merkwürdigerweise zeigten die Männchen diese Abweichung nicht.

Bei den Harpacticiden ist eine solche Einborstigkeit weniger außergewöhnlich. A. Graeter benannte nach ihr eine neue Art *Canthocamptus unisetiger*, nachdem schon Mrázek einige Jahre früher solche Formen entdeckt hatte, wie *Phyllognathopus paludosus* und *Canthocamptus schmeilii*.

Diese Art hatte schon früher Lilljeborg in Schweden gegefunden, und sie in seinen Vorlesungen nach dem erwähnten Charakteristikum *C. monothrix* genannt. Der schwedische Forscher hat übrigens zwei weitere monotriche Arten beschrieben, *Canthoc. rubellus*, und *Iliophilus flexibilis*. Endlich ist hier noch die Gattung *Laophante* zu erwähnen, sowie verschiedene marine Vertreter der Familie, bei denen die Furkalborsten noch viel mehr Einschränkungen erfahren können.

Ohne Zweifel ist diese Reduktionserscheinung eine Folge der kriechenden Lebensweise, die sowohl für die Harpacticiden, wie für *Cyclops affinis* und *Cyclops unisetiger* typisch ist. —

B. Harpacticiden.

Mrázek bestreitet die Angaben früherer Autoren, wonach Harpacticiden seltener zu finden wären als andere Copepoden, und aus seinen weiteren Ausführungen gewinnt man tatsächlich den Eindruck, daß der Autor ein besonders geschickter Sammler ist, oder daß seine Jagdgründe besonders beutereich waren. Nur eine einzige, seiner teils neuen, teils im Rufe der Seltenheit stehenden Arten, fand er in einem einzigen Exemplar; die meisten andern in reichlichem Maße. Leider mußte ich die Erfahrung machen, daß ich in Höhlen häufiger bei Harpacticiden, als bei Cyclopiden auf bloß vereinzelte Exemplare stieß, so daß ich — namentlich am Anfang meiner Untersuchungen ihre Artzugehörigkeit nicht ermitteln konnte.

Freilich ist das Sammeln in Höhlen schwieriger und umständlicher als in Waldsümpfen. Die erstgenannten Lokalitäten sind schwerer zu erreichen, die Zeit des Aufenthaltes ist beschränkt und die Beleuchtung mangelhaft. Im Höll-Loch fand ich bei meinen sechs Besuchen nur ein Exemplar von *Canthocamptus crassus*, im Stollen des Hauensteintunnels drei von *Canthocamptus zschokkei* und in der Grotte de Vert zwei von *Canthocamptus typhlops*. Individuenreichtum beobachtete ich nur im winzigen

Tümpel der Gempenhöhle, wo *Canthocamptus crassus* sich im Schlamme tummelt, und bei der neuen Art *Canthocamptus varicus*.

Von unvollkommen definierten Formen erwähne ich hier nur eine, ein männliches Exemplar aus der Grotte de Milandre.

Canthocamptus spec.

Taf. III, Fig. 10.

Die Analklappe trägt sieben große Zacken. Das zweite bis vierte Abdominalsegment trägt eine Reihe gleichlanger Borsten.

Das rudimentäre Füßchen besitzt am inneren Teil des Basalglieds zwei bewimperte Dornen; der innere ist doppelt so lang als der äußere. Das Endglied ist oval und mit sechs Anhängen ausgerüstet, die Furka kurz, quadratisch, ähnlich *Canth. pygmaeus*, auch hinsichtlich der Bewehrung. Das Tier mißt 0,75 mm mit, 0,40 mm ohne Furkalborsten.

Am meisten auffallend — und deshalb erwähne ich das Tier — ist die lange Spermatophore, die zum letzten Segment hinabreicht und wie diejenige von *Canthocamptus staphylinus* »säbelförmig« gestaltet ist. Meines Wissens steht *C. staphylinus* in dieser Hinsicht in der ganzen Gruppe allein da. Von dem hier skizzierten Tier ist er jedoch ganz verschieden. Wir haben es also wohl mit einer neuen Art zu tun, wenn sich nicht, entgegen der bisherigen Auffassung, herausstellen sollte, daß die Gestalt der Spermatophoren keine konstante ist.

Canthocamptus crassus Sars.

Dieser Copepode ist ein echter Kosmopolit, lebt subantarktisch in Patagonien und auf Feuerland, in Asien (Turkestan), in Bulgarien, Böhmen, wo er zu den häufigsten seiner Gattung zählt, in Deutschland, Schweden, England, auf Borkum und den Shetlandsinseln. In der Schweiz fanden ihn La Roche bei Bern, und Thiébaud u. a. in der Tiefe des Neuenburgersees. Überhaupt scheint er ein Tier zu sein, das größere Gewässer bevorzugt, und namentlich deren Tiefe.

Ekman nennt ihn einen Bodenbewohner und auch Lilljeborg schildert ihn als solchen. Sein Vorkommen in seichteren Gewässern erklärt dieser als Verschleppung durch Krickenten. *C. crassus* scheint auch eine Vorliebe zu haben für kältere Temperatur.

Schmeil fand ihn in einer Quelle und Thiébaud im kalten, vielfach von Quellwasser gespeisten Doubs, sowie in Gewässern,

die über 1000 m hoch gelegen sind. Deshalb wurde er vermutlich auch von A. Graeter um Basel nirgends gefunden. Überhaupt erwähnt dieser Autor nur drei *Canthocamptus*-Arten, während er alle für Deutschland nachgewiesenen Cyclopiden erbeutete. Dies läßt sich nur dadurch erklären, daß er einige speziell für Harpacticiden in Betracht kommende Schlupfwinkel nicht in den Bereich seiner Untersuchungen zog. So ist seither die Liste der Harpacticiden der Umgebung von Basel bereits um zwei Arten vermehrt worden, indem Steinmann in einem Bergbach bei Säckingen *Canthocamptus rhaeticus* Schmeil und Heinis im Moos *Moraria muscicola* Richters nachwies.

Dazu kommen meine Höhlenfunde, welche die Liste wiederum um vier Arten bereichern, und ich bin überzeugt, daß Nachforschungen in den drei Richtungen die Liste noch mehr bereichern werden.

Um auf *Canthocamptus crassus* zurückzukommen, so fand ich ihn im April und Mai in ziemlicher Anzahl in der Glitzersteinhöhle bei Gempen, mehr Weibchen als Männchen, einige in Kopulation, 9 mit Eiballen, in denen auf jeder Seite 6—12 Eier waren. Ein weiteres weibliches Exemplar traf ich im Höll-Loch. Alle Tiere zeigten ein mehr oder weniger deutlich pigmentiertes Auge.

An dieser Stelle kann ich ein Versehen Schmeil's berichtigen, der als Fundort für *C. crassus* die Eberhardshöhle bei Tübingen angibt. Wie Herr Prof. Vosseler mir gütigst mitteilte, existiert keine solche, wohl aber eine Eberhardshöhe, mit einem Tümpel, welcher erwähnte Art beherbergt.

Canthocamptus typhlops Mrázek.

Schon im ersten Kapitel habe ich den von Mrázek beschriebenen, blinden *Canthocamptus typhlops* erwähnt. Leider besitzen wir von ihm keine ausführliche Beschreibung, da dem Autor nur ein einziges Männchen vorlag, und er von dessen Beinpaaren nur das erste und fünfte charakterisieren konnte. Im zweiten Teil seiner Monographie schreibt Schmeil bei der Diagnose seines *Canthocamptus zschokkei*: »Herr Dr. Mrázek hat, wie er mir brieflich mitteilte, in Böhmen eine Form beobachtet, die von dem typischen *Canth. zschokkei* in einigen Punkten abweicht«. Ein Jahr später erschien Mrázek's Arbeit, in der jedoch diese Art nirgends aufgeführt ist,

so daß ich geneigt bin, anzunehmen, daß dieser Autor die »in einigen Punkten abweichende Form« als *Canthoc. typhlops* beschrieben hat. Wie dem auch sein mag, sicher sind beide Arten einander ähnlich. Gemeinsam ist beiden die Zweigliedrigkeit und die Längenverhältnisse des ersten, inneren Schwimmfußastes, der Mangel an Zacken an den Hinterrändern der Körperabschnitte, die drei großen Zähne am Analoperkel des Männchens, und bis zu einem gewissen Grade auch die Art der Beborstung der Furka. Unterschiede bestehen indessen in der Form des Rostrums, der Gestalt des rudimentären Fußes, und der Bedornung des ersten Schwimmfußinnenastes, der bei *typhlops* einen kahlen Innenrand hat. Dann sind bei dieser Art die Zähne des Analoperkels durch Vorsprünge des Randes selbst gebildet und nicht durch stachelförmige Anhänge. Endlich ist Mrázek's Art blind. Diese Angabe ist deshalb zuverlässig, weil der Autor, wie er an anderer Stelle bemerkt, nur lebendes Material untersucht hat, und es somit ausgeschlossen ist, daß das Augenpigment, wie dies häufig geschieht, in der Konservierungsflüssigkeit verloren gegangen ist.

In der Grotte de Vert fand ich in Gesellschaft von *Canthocamptus varicus* mihi und *Cyclops unisetiger* mihi zwei männliche Exemplare einer Form, die mit *Canthocamptus typhlops* wohl identisch ist. Beide Tiere waren blind und stimmten im Habitus mit den Zeichnungen Mrázek's überein. Der innere Teil des Basalglieds des fünften Fußpaares trägt zwei gleichlange Borsten, das Endglied ist ebenso breit wie lang und nicht schmal wie bei *C. zschokkei*, das Rostrum ist schmal, der ventrale Dornsaum am Abdomen trägt gleichlange feine Dornen, nicht wie *zschokkei* lateral längere und in der Mitte kürzere. Die Furka ist leicht gespreizt. Das Analoperculum trägt drei Dornen, bei einem Exemplar vier, indessen nicht wie Mrázek sie für seine Art schildert.

Die Länge der Exemplare beträgt 0,57 mm mit, 0,35 mm ohne Borste. Sie sind somit noch kleiner als das von Mrázek gemessene Tier. Bei späteren Besuchen fand ich diese Art nicht mehr. —

Canthocamptus zschokkei Schmeil.

Diese Art wurde zum erstenmal von Zschokke im Rhätikon entdeckt. Schmeil, der sie beschrieben hat, wies sie alsdann auch

für Deutschland nach, und zwar in einer Quelle. Studer fand sie im alpinen Lac Champex. Scott fand sie in fast allen von ihm untersuchten schottischen Seen, und Thiébaud in der Tiefe des Neuenburgersees. Es scheint also ein stenothermes Kaltwassertier zu sein.

Ich fand drei Exemplare im Stollen des Hauensteintunnels, in fließendem Wasser. Ein Weibchen mit zwölf Eiern und ein zweites, das mit einem Männchen in Kopulation war. Das Auge war nur bei starkem Durchleuchten sichtbar. Der Sinneskolben überragt die Antenne um die Länge der zwei letzten Segmente, ist also hier bedeutend länger, als Schmeil auf seiner Figur angibt. Alle Endopodite außer dem dritten männlichen sind zweigliedrig und stimmen im wesentlichen mit den Figuren Schmeil's überein.

Die Analklappe trägt beim einen Weibchen drei, beim andern fünf und beim Männchen fünf Dornen. Das Vorkommen der Tiere beweist die Richtigkeit von Zschokke's Satz, daß *Canthocamptus zschokkei* ein typischer Bewohner schnellfließender Wasserläufe ist.

Unter dem Material, das mir Herr Dr. Racovitza aus der Grotte Ste. Marie in Frankreich zusandte, wo er die Tierchen auf nassem Reisig erbeutete, fand ich fünf weibliche Exemplare der gleichen Art. Ein Auge war nicht sichtbar, doch kann man bei konserviertem Material daraus nicht mit Bestimmtheit auf Blindheit schließen. Auch bei diesen Tieren überragt der Sinneskolben die Antenne mehr als auf Schmeil's Figur. Ein weiterer wichtiger Unterschied liegt im ventralen Dornensaum des dritten Abdominalsegments. Während bei den von Schmeil untersuchten Exemplaren die sechs mittleren viel größer sind, erweisen sie sich bei den meinigen alle als gleich lang. Thiébaud fand die Art in der Tiefe des Neuenburgersees, wie auch die folgende:

Canthocamptus pygmaeus Sars.

Sie ist von der vorhergehenden leicht zu unterscheiden durch die kurzen Dornenreihen, die am zweiten und dritten Abdominalsegmente des Weibchens, resp. am dritten und vierten des Männchens seitlich im ersten Drittel der Länge auftreten. Außerdem auf den ersten Blick durch die längere Furka.

Das Männchen ist außerdem an den starken Klauen des zweiten Schwimmfußaußenastes erkennbar.

Ich fand unter dem Material von Herrn Dr. Racovitza zehn Exemplare dieser nicht sehr häufigen Art, nämlich vier Männchen und sechs Weibchen.

So deutlich die Artzugehörigkeit der untersuchten Formen ist, so machen sich doch einige Reduktionen bemerkbar, welche beweisen, wie leicht das Höhlenleben Artenmerkmale verwischen und das Bestimmen erschweren kann.

Die oben erwähnten kurzen Dornenreihen sind bei zwei Männchen nur in der Einzahl und zwar am vierten Segment vorhanden, bei den andern fehlen sie ganz. Die Weibchen hatten dagegen beide Dornensäume. Die Zähne, 4—5 beim Männchen, 5—7 beim Weibchen, sind eher stärker als bei der vorigen Art. Auch hier ist der Sinneskolben länger als bei oberirdischen Formen. Wenigstens sagt Schmeil, die Antenne mit ihren Anhängen sei gleich wie bei *Canth. staphylinus*, und dort reicht der Sinneskolben bis zum Ende des zweitletzten Antennengliedes, bei meinen Exemplaren jedoch bis ans Ende des letzten.

Größe: Männchen 0,67 mm, Weibchen 0,76 mm.

An Weihnachten 1909, als meine Untersuchungen bereits abgeschlossen waren, fand ich in faulem Holz der Haslerhöhle zahlreiche Exemplare der gleichen Art. Die Vertreter beider Geschlechter erwiesen sich als durchaus typisch im Gegensatz zu den oben beschriebenen französischen.

Die Art wurde nur an wenigen Orten in Deutschland gefunden, auch in Schottland und auf den Shetlandsinseln. Häufig fand sie Lilljeborg in Schweden. Nach diesem Autor sind die Tiere sehr flink und lebhaft und springen im Gefäß bis zum Wasserniveau hinauf; auch im Meer fand er sie.

Van Douwe entdeckte sie häufig im Lebermoos *Fagatella conica*, das in offenen Brunnenschächten und an überhängenden Felswänden oft hoch über der Spritzzone wächst. Die Tiere besitzen nach ihm ein geringeres Feuchtigkeitsbedürfnis als andere Harpacticiden.

Mrázek wies sie für Böhmen nach, und Thiébaud für die Schweiz, nämlich in der Tiefe des Neuenburgersees und in den über 1000 m hoch gelegenen Gewässern des Neuenburgerjuras. Wie ich schon im historischen Teil bemerkt habe, ist die Art synonym mit der von Brady aus einem englischen Kohlenbergwerke beschriebenen *Attheyella cryptorum*. Dies ist wichtig, nicht

nur wegen des gemeinsamen unterirdischen Vorkommens, sondern auch wegen des auch dort beobachteten Übergangs zur terrestrischen Lebensweise.

Canthocamptus varicus nov. spec.
Taf. III, Fig. 11, 12.

Das ganze Tier ist von sehr schlanker Gestalt, besonders das Männchen. Am breitesten ist das erste Cephalothoraxsegment, von da an verjüngt sich der Körper, ohne einen Übergang zum Abdomen zu zeigen.

Die Hinterränder sämtlicher Körpersegmente sind ganzrandig, mit Ausnahme des letzten, das zu beiden Seiten des Analoperkels gezähnt ist. Die drei — beim Männchen die vier — letzten Abdominalsegmente tragen ventral parallel zu ihrem Hinterrand eine Dornenreihe. Das Rostrum ist eine ovale Platte, nach der Vorderseite gebogen, und vorn in eine Spitze ausgezogen. Das Analoperkel ist konstant halbkreisförmig und ganzrandig. Nur bei unentwickelten Formen ist es gezähnt, eine Erscheinung, wie sie schon Mrázek für *Moraria Sarsii* Mráz. nachgewiesen hat.

Die Furka ist in beiden Geschlechtern gleich, ungefähr so lang wie das letzte Abdominalsegment und nicht viel länger als breit. Parallel zur Längsachse läuft eine Chitinleiste, an ihrem untern Ende ist eine Borste inseriert. Der Außenrand trägt zwei Borsten, die obere liegt in der Mitte, die untere im untersten Drittel des Furkalrandes. Von den Apikalborsten ist die innerste nur als kurzer Dorn ausgebildet. Die mittlere ist beim Männchen so lang wie Abdomen und Furka zusammen; beim Weibchen nur etwas länger als die Furka und die zwei letzten Segmente. Die äußerste Borste reicht nicht bis zur Hälfte der mittleren. Beide sind spärlich einseitig oder gar nicht behaart, bei unentwickelten Formen reichlicher als bei ausgewachsenen, außerdem sind am Ende der Furka noch einige kleine Dörnchen sichtbar. Auffallend ist der große Winkel, den die beiden langen Analborsten bilden; er beträgt 60°, während er bei andern Arten nie 35° übersteigt. Diese Divergenz ist bei allen Exemplaren beider Geschlechter konstant, nur bei unerwachsenen Tieren ist sie geringer.

Die Vorderantenne ist achtgliedrig und verglichen mit denen anderer Arten kurz. Der Sinneskolben reicht nicht ganz bis zum Ende des letzten Gliedes. Der Seitenast der zweiten Antenne ist

eingliedrig. Die Schwimmfüße sind auffallend kurz. Die längsten Borsten des vierten und fünften Fußpaares reichen gerade bis zum Anfang des drittletzten Abdominalsegmentes, während sie sich bei andern *Canthocamptus*-Arten bis zur Furka hinziehen.

Die Exopoditen sind dreigliedrig und nur an der Außenseite bewehrt, und zwar mit je drei starken Dornen, die meist das Glied, dem sie angehören, an Länge übertreffen; zwischen diesen stehen kleinere Dörnchen und am Ende des dritten Gliedes drei verschieden lange Borsten. Sind die Außenäste der Schwimmfüße unter sich und in beiden Geschlechtern ähnlich, so zeigen die Innenäste größere Unterschiede. Allen gemeinsam ist die Zweigliedrigkeit. Beim weiblichen Geschlechte weisen sie keine große Verschiedenheit auf.

Verglichen zum Außenast, ist der erste Innenast der längste, der vierte der kürzeste. Alle vier tragen am Außenrand des ersten Gliedes eine Borste, so lang wie das zweite Glied. Dieses trägt an seinem Ende zwei Borsten beim ersten Paar, bei den drei andern drei. Der erste und dritte Innenast zeigt auch am Innenrand einige Dörnchen.

Beim männlichen Geschlecht sind alle drei Innenäste stark verschieden. Der erste ist fast so lang wie sein Außenast. Das längere Basalglied trägt eine längere Borste am Außen- und einige Dörnchen am Innenrand, das zweite einen Dorn an jeder vordern Ecke und zwei lange Endborsten, die äußere etwa doppelt so lang als die innere.

Der Innenast des zweiten Paares ist halb so lang wie der Außenast, das Basalglied trägt am Außenrand eine Borste von der Länge des zweiten Gliedes, am Innenrand einen dicken, kegelförmigen Dorn. Das zweite Glied mit zwei Endborsten, die äußere ist die längere. Der Innenast des dritten Paares überragt die zwei ersten Glieder des Außenastes, das Basalglied trägt auf beiden Seiten einen gleichlangen Dorn, der Außenrand des zweiten Gliedes ist in einen breiten Dorn ausgezogen, ähnlich wie bei *Moraria (Ophiocamptus) Sarsii*, nur daß die Insertion tiefer geht; das Ende des Gliedes trägt zwei Borsten, eine davon, die längere, ist an ihrem Ende einseitig gezähnt. Der Innenast des vierten Paares ist kaum so lang, wie die zwei ersten Glieder des Außenastes. Das Basalglied trägt einen Dorn am Außenrand, das zweite Glied einen, ausnahmsweise auch zwei Dornen am Innenrand.

Die beiden Enddornen sind typisch, der äußere ist gefiedert, der innere bildet einen bald mehr, bald weniger krummen Haken.

Fünftes Fußpar des Weibchens: Der Innenteil des Basalgliedes reicht weit nach unten und trägt sechs, bisweilen nur fünf Borsten, die alle befiedert sein können; außer diesen Borsten sind noch drei kräftige Dornen, die durch die Borsten gewöhnlich verdeckt sind.

Das zweite Glied ist ebenso breit wie lang und trägt fünf Borsten, die innerste dornartig, die zweitinnerste gefiedert, die mittlere die längste.

Fünftes Fußpaar des Männchens: Die innere Partie des Basalgliedes trägt zwei kurze, dicke Borsten, die innere größer als die äußere; sie sind nicht wie bei andern Arten gefiedert, sondern an ihrem stumpfen Ende ausgezackt und lassen sich am besten mit einem Pinsel vergleichen. Das zweite Glied ist etwas länger als breit und trägt fünf ungefiederte Borsten, von denen die äußerste die kürzeste, die mittlere die längste ist. Die Spermatophoren sind klein und flaschenförmig.

Eiballen fand ich nie, obschon ich zahlreiche geschlechtsreife Tiere zu verschiedenen Jahreszeiten untersuchte, und Männchen und Weibchen in Kopulation fand.

Die Größe beträgt beim Weibchen 0,63 mm (inkl. Borste)
beim Männchen 0,63 mm (inkl. Borste).

Die geringe Körperlänge des Männchens wird durch die längeren Furkalborsten ausgeglichen. Die Tiere sind alle pigmentlos, aber niemals blind, obschon in Höhlen lebend.

Ich fand sie an drei Orten; zuerst in der Grotte de Vert im Jura in einem kleinen Tümpel, zusammen mit *Canthocamptus typhlops* und *Cyclops unisetiger*, in fünf (darunter zwei männlichen) Exemplaren. Nachdem ich im Laufe des Februars das vorhandene Material aufgebraucht hatte, ließ ich das Gefäß stehen und füllte von Zeit zu Zeit mit Wasser nach.

Schon im Mai fand ich über zehn Weibchen und halb soviel Männchen. Und als ich gar im September nach dem Inhalt des Gefäßes sah, wimmelte es geradezu von den kleinen Tieren, unter denen sich auch zahlreiche Rotatorien befanden. Ich nahm nicht weniger als 60 Weibchen und 10 Männchen unter das Mikroskop. In einem Wassertropfen zählte ich 11 Exemplare. Ihre eigenen Kotballen, die den ganzen Boden des Gefäßes be-

deckten, schienen sie nicht im geringsten zu stören. Offenbar sind die Tiere, im Gegensatz zu andern Harpacticiden, gegen Fäulnis unempfindlich. Das geht auch hervor aus den beiden weitern Fundorten im südlichen Schwarzwald, wo ich die gleiche Art im Herbst und Sommer in faulem Holz entdeckte.

Der Bau und die Größenverhältnisse der Schwarzwaldexemplare sind die gleichen, die Divergenz der Furkalborsten ist bei einzelnen Individuen geringer. Die Zahl der Männchen ist im Verhältnis etwas größer. Eines war von spärlichen Raumparasiten bedeckt, was für Harpacticiden eine Ausnahme ist. Auch diese Copepoden halten sich lange und sind ohne Zweifel widerstandsfähig gegen Temperaturschwankungen.

Von allen Vertretern dieser Gruppe hat diese Art am meisten Ähnlichkeit mit *Canthocamptus subterraneus* Carl, der in einer Höhle der Krim vor einigen Jahren auf Fledermauskot gefunden wurde. Gemeinsam ist beiden Arten die schlanke, wurmförmige Gestalt, die Ganzrandigkeit des Analoperkels, die Zweigliedrigkeit und bis zu einem gewissen Grad der Bau der Schwimmfußinnenäste, die ventralen Dornenreihen der Abdominalsegmente und die zwei Dornen am Außenrand der Furka. Beide Arten führen auch eine ähnliche Lebensweise, indem sie unterirdisch leben und außerdem fähig sind, das Wasser zu verlassen, und in oder auf faulenden Gegenständen ihr Dasein zu fristen. Und doch zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen beiden Arten. Die Furkalzweige sind bei *subterraneus* viel schlanker als bei *varicus*, und die untere der zwei Seitenborsten ist tiefer, d. h. distaler inseriert.

Ferner gibt Carl für seine Art an, das Analoperkel sei oft in der Mitte in eine stumpfe Spitze ausgezogen, und gibt davon eine Abbildung.

Das entsprechende Organ von *subterraneus* dagegen war bei allen von mir untersuchten Exemplaren — über hundert — immer nur ein kreisrundes Operculum. Die terminalen Borsten verhalten sich bei *C. subterraneus* wie 1 : 4, bei *varicus* wie 2 : 5. Weitere Unterschiede liegen im Bau des fünften Fußpaares des Männchens. Endlich ist meine Art leicht an der gespreizten Furka kenntlich.

Es drängt sich die Frage auf, ob es nicht angebracht wäre, ein neues Genus für die beiden, so nahe verwandten Arten zu

schaffen, z. B. *Troglo-* oder *Saprocamptus*. Hat doch schon Carl darauf hingewiesen, daß weder die Gattungsmerkmale von *Canthocamptus*, noch die von *Moraria* mit seiner Art übereinstimmen, sondern daß das Tier eine Zwischenstellung einnimmt. Allein es herrscht in der Familie der Harpacticiden schon eine solche Verwirrung in bezug auf die Genera, daß ich, anstatt zu den 19 für das Süßwasser in Betracht fallenden Gattungen noch eine weitere beizufügen, lieber abwarte, bis irgend ein Copepodenkenner die ganze Gruppe revidiert.

Zur Begründung meiner Bedenken kann ich nicht umhin, auf einige Widersprüche hinzuweisen, die mir beim Durchgehen der einschlägigen Literatur aufgefallen sind, und die alle ihrer Aufklärung von berufener Seite harren.

In seiner Monographie der britischen Copepoden hat Brady ein Genus *Attheyella* geschaffen, dem die beiden *Canthocamptus*-Arten *crassus* und *pygmaeus* zugeteilt sind. Schmeil spricht dem Genus die Existenzberechtigung ab, bis Scott 1903 es von neuem unter etwas anderer Definition aufstellt. Er rechnet nämlich dazu die von Schmeil und Lilljeborg in ihren Bestimmungstabellen deutlich abgetrennte Gruppe der *Canthocamptus*-Arten, bei denen der Innenast des ersten Schwimmfußpaares zwei- statt dreigliedrig ist. Sars führt aber zwei *Attheyella*-Arten mit dreigliedrigem Innenast an.

Bekanntlich gibt es Harpacticidenweibchen mit neun Körpersegmenten und solche mit zehn. Dieser Unterschied ist wichtig genug, daß Lilljeborg ihn zur Unterscheidung zweier Unterfamilien anführt. Daday ist wohl nicht gleicher Ansicht, wenigstens gibt er für die gleiche Art einmal neun, später zehn Segmente an.

Der nämliche Autor beschreibt auch eine Art der Gattung *Nitocra* und eine von *Maraenobiotus*, die mit den Gattungsmerkmalen nicht übereinstimmt.

Sars sagt von der amerikanischen Gattung *Marshia*, ihr Hauptmerkmal sei die Eingliedrigkeit des fünften Fußpaares, »die bei keiner Harpacticidengattung zu finden ist«. Und doch stoßen wir auf die gleiche Erscheinung sowohl bei *Cylindropsyllus*, als bei *Woltersdorffia*.

Das Hauptmerkmal, welches die Gattung *Ophiocamptus*, oder wie Scott sie früher schon nach einem schottischen See genannt hat, *Moraria*, kennzeichnet, ist die siebengliedrige Antenne. *Can-*

thocamptus hat, laut Gattungsdiagnose eine achtgliedrige. Nun sind aber schon fünf Arten mit nur sechs Gliedern beschrieben worden! Für *Mesochra* werden sieben bis acht Glieder angegeben, *M. Deitersi* hat indessen sechs.

Kein Wunder, daß gründliche Kenner, wie Mrázek und Schmeil, welche namentlich dieser Gattung eine Existenzberechtigung absprachen, eine Präzision der Harpacticidengenera verlangen. Viele Arten finden wir unter verschiedenen Gattungen beschrieben. *Woltersdorffia blanchardi* Richard gehörte sogar schon vieren an.

Die kurze Zusammenstellung ließe sich leicht vermehren, doch gehört sie nicht in den Rahmen dieser Arbeit. Immerhin beweist sie, wie sehr beim Aufstellen neuer Gattungen Vorsicht angebracht ist. Die beiden bis jetzt bekannten unterirdischen Harpacticiden gehören ihrer Gestalt, dem Bau der Schwimmfüße und des Analoperkels nach zum Genus *Moraria*, während die achtgliedrigen Antennen für *Canthocamptus* sprechen. Sehr gut ließen sich alle zwei bei der Gattung *Mesochra* unterbringen; allein sie wird von mehreren Autoren als eine künstliche hingestellt und dürfte mit Fug und Recht bei einer Revision der Gruppe aus der Liste gestrichen werden.

Bevor eine solche Revision stattgefunden hat, dürfte es sich nicht empfehlen, eine neue Gattung aufzustellen: ich möchte aber jetzt schon auf die Sonderstellung hinweisen, welche die zwei unterirdischen Harpacticiden in der ganzen Gruppe einnehmen. Ihre auffallende Ähnlichkeit spricht durchaus für Verwandtschaft und ist nicht auf — durch Höhlenleben bedingte — Konvergenz zurückzuführen.

Den Artnamen *„varicus“* wählte ich mit Rücksicht auf einen Differentialcharakter, die auffallend stark gespreizte Furka.

Biologischer Teil.

Schon in den vorigen Kapiteln sind verschiedene Tatsachen berührt worden, die ich hier nochmals zusammenfasse. Vieles läßt sich ja über die Lebensgewohnheiten der Höhlencopepoden nicht sagen, in Anbetracht der nur vereinzelten Expeditionen und des spärlichen Materials, das meistens bei der systematischen Untersuchung restlos aufgebraucht wurde.

Ich will mich auch hüten, durch verfrühte Schlüsse und Verallgemeinerungen das in der Biospeologie herrschende Chaos zu vergrößern. Immerhin möchte ich einige Probleme hier berühren und alle meine Beobachtungen anführen, die zu deren Lösung beitragen können.

Betrachten wir zuerst:

Die Existenzbedingungen des unterirdischen Gebietes.

In der wiederholt zitierten Arbeit von Racovitza finden wir in einem besonderen Kapitel (»Les conditions de la vie souterraine«) alle für die Lebensweise der Höhlentiere in Betracht fallenden Faktoren zusammengestellt. In erster Linie ist die Dunkelheit zu nennen. Für uns wenigstens ist sie das wesentlichste Merkmal der Höhlen. Nur in wenige der von mir besuchten unterirdischen Räume dringt mattes Tageslicht ein. Dies spielt eine unbedeutende Rolle, da das eigentliche Wohngebiet der Tiere doch wohl meist weiter im Berginnern liegt.

Für die Höhlenbewohner ist ein zweiter Faktor mindestens ebenso wichtig, die konstant niedere Temperatur, die bekanntlich ziemlich genau der mittleren Jahrestemperatur der betreffenden Gegend entspricht. Wo größere Kälte herrscht, hängt dies von lokalen Verhältnissen ab. In der Schweiz kennen wir mehrere sogenannte Eishöhlen, in denen der größte Teil des Wassers jahraus jahrein gefroren bleibt. Ich habe zwei solche Grotten besucht, ohne auf aquatile Tiere zu stoßen. In den übrigen beträgt die Temperatur gewöhnlich 8—10° C. Etwaige Schwankungen sind ganz unbedeutend, verglichen mit denen oberirdischer Gewässer.

Neben diesen zwei wichtigsten Faktoren spielen andere eine nebensächlichere Rolle. Was speziell die Gewässer anbetrifft, so haben wir fließende und stehende in gleicher Anzahl und Mannigfaltigkeit. Im allgemeinen sind sie wohl geringer an Umfang als die oberirdischen Bäche und Tümpel, doch ist es schwer, sich eine richtige Vorstellung darüber zu machen, namentlich auch über die Art und Weise, wie sie miteinander kommunizieren. Ist doch nur der kleinste Teil des unterirdischen Wassernetzes dem Menschen zugänglich. Wichtig mag für die unterirdischen Gewässer der Umstand sein, daß sie nicht von der Sonne ausgetrocknet werden; wenn auch der Wasserspiegel zurücktritt, bleibt der Boden

und die Atmosphäre doch immer noch feucht, eine Tatsache, die sicher auch für die unterirdische Lebewelt in Betracht fällt.

Das Wasser selbst ist in den Kalkgebieten, wo ja die meisten Höhlen liegen, reich an Kohlensäure und infolgedessen an gelösten Mineralsalzen. Wichtiger ist vielleicht das Fehlen der chlorophyllführenden Pflanzen als Sauerstoffquelle. Der gleiche Mangel bedingt auch die Art der Ernährung der Höhlenbewohner. Auf diesen Punkt komme ich in einem späteren Abschnitt noch zu sprechen.

Einfluß des Höhlenlebens auf die Sinnesorgane.

Jeder Laie weiß nachgerade, daß Höhlentiere in der Regel blind sind, und daß treffliche Tast- und Geruchsorgane für das verlorene Auge einen Ersatz bieten. Wir haben indessen bereits im speziellen Teil gesehen, daß dies bei den Höhlen-Copepoden nicht immer eintritt. Vollständig blind, d. h. ohne Augenpigment, fand ich bloß vier Formen, nämlich *Cyclops teras*, *Cyclops zschokkei*, die Höhlenvarietät von *Cyclops macrurus*, sowie *Canthocamptus typhlops*. Da ich, mit Ausnahme der letzten Art, die jedoch bereits als blind bekannt war, zahlreiche Exemplare beider Geschlechter untersuchte, die stets frisch waren, und mehreren Höhlen entstammten, so darf man annehmen, daß es sich hier um ein ständiges Merkmal handelt.

Eine andre Frage ist, ob der Augenmangel eine Folge des Höhlenlebens ist, oder eine Ursache. Mit anderen Worten: sind die Tiere blind geworden, weil sie in Höhlen gelangt waren, oder waren sie zum Höhlenleben prädisponiert durch vorherigen, aus andern, unbekannten Ursachen erfolgten Augenschwund, und haben sie deshalb die unterirdischen Wohnräume aufgesucht? Die Frage ist schon oft für andere blinde Höhlentiere gestellt worden, und die Mehrzahl der Autoren neigt zur erstgenannten Ansicht. Sie wird auch gestützt durch Versuche an Tieren, welche längere Zeit der Dunkelheit ausgesetzt worden waren und eine Reduktion des Auges zeigten. Trotzdem gibt es immer noch Autoren, welche behaupten, die Blindheit mit ihren Begleiterscheinungen sei das Primäre gewesen und hätte die so veranlagten Tiere veranlaßt, vorhandene Höhlen aufzusuchen.

Obschon wir keine anderen Ursachen kennen, die notwendigerweise den Augenschwund bewirken, außer dem Parasitismus, der

ja oft auch ein Höhlenleben in gewissem Sinne bedeutet, so ist doch nicht zu leugnen, daß verschiedene Copepoden, die nur oberirdisch gefunden worden sind, ebenfalls kein Auge besitzen. Hierher gehören: *Phyllognathopus paludosus* Mrázek, *Epactophanes richardi* Mráz. und *Canthocamptus typhlops* Mráz., den ich nunmehr auch unterirdisch nachgewiesen habe.

Ein stark reduziertes Auge besitzt ferner *Cyclops bathybius* Daday und *Cyclops incertus* Wolf, ebenso nach Schmeil *Canthocamptus pygmaeus*.

Das oberirdische Vorkommen solcher Tiere beweist leider nichts, da wir nicht wissen können, ob sie nicht vielleicht früher einmal unterirdisch lebten und deshalb ihr Augenlicht einbüßten. Zahlreich sind ja die Fälle, daß Tiere, die man zur Dunkelfauna rechnen muß, Planarien, Lartetien und Amphipoden, oberirdisch vorkommen.

Nach Thienemann ist ihre Blindheit nur eine Folge der unterirdischen Lebensweise und ihr Vorkommen in oberirdischen Gewässern eine Wiederbesiedelung infolge klimatischer Schwankungen. Der genannte Autor setzt voraus, daß diese Wiederbesiedelung eine Erscheinung neueren Datums sei, eine Ansicht, die allerdings sehr einleuchtend, aber keineswegs bewiesen ist.

Daß die Blindheit der Copepoden eine Wirkung des Übergangs zum Höhlenleben ist und nicht eine Ursache, muß ich schon deshalb annehmen, weil andere Ursachen näher liegen. Sehen wir doch heute noch viele Höhlencopepoden, sogar die große Mehrzahl mit einem Auge ausgerüstet, das nur bei wenigen im Schwinden begriffen ist. So suchte ich bei einigen Exemplaren von *Cyclops viridis* und *unisetiger* vergeblich nach dem Organ. Häufig war es undeutlich und nur bei starkem Durchleuchten des Objekts sichtbar.

Auch frühere Autoren haben bei der Untersuchung von Höhlencopepoden diesem Organ besondere Achtung geschenkt. Schmeil fand von den Copepoden aus den Karsthöhlen nur bei den *viridis*-Exemplaren eine Reduktion. Vosseler bei *serrulatus* aus der Nebelhöhle eine blasse Färbung. Das Auge von *Cyclops fimbriatus* aus den Bergwerksschächten ist nach Schneider intakt, höchstens das Pigment etwas matter, so daß die Trennung in zwei Becher deutlicher wird. Exemplare der gleichen Art, welche Vejdowsky in den Prager Brunnen fand, hatten nur noch schwache Augenreste.

So finden wir verschiedene Stadien der Augenausbildung. Leider existieren noch keine anatomischen Untersuchungen, wie sie Vejdowsky für verschiedene *Niphargus*-Arten angestellt hat, Untersuchungen, die uns den Reduktionsprozeß veranschaulichen und über das Schicksal der einzelnen Teile des Sehorgans Auskunft geben.

Durch seine Versuche an Iso- und Amphipoden hat Viré festgestellt, daß, bevor noch am Auge des ins Dunkle versetzten Tieres Reduktionserscheinungen sich bemerkbar machen, die als Riechstäbchen bekannten Organe stark hypertrophieren.

Die zum Weiterleben notwendigen Sinneswerkzeuge würden sich demnach anpassen, während die überflüssigen konservativen Charakter zeigten.

Ich hatte beim Beginn meiner Untersuchungen erwartet, eine deutliche Hypertrophie des Sinneskolbens der Copepoden, der gewissermaßen ein Analogon zu den Riechstäbchen der oben genannten Crustaceen bildet, konstatieren zu können, fand aber nichts Wesentliches. Genaue Angaben über die Länge des Kolbens bei oberirdischen Tieren besitzen wir wenige. Sie kann übrigens von Individuum zu Individuum variieren, wie dies erst kürzlich noch von Scheffelt betont worden ist. A. Graeter hat das Organ einiger Arten untersucht und genau abgebildet. Bei *Cyclops viridis* z. B. ist der Kolben so lang, wie das folgende Segment und die Hälfte des übernächsten.

Bei allen von mir untersuchten Weibchen war er indessen länger und reichte oft bis zum Ende des zweiten Segmentes.

Auch bei den zwei *Canthocamptus*-Arten, *pygmaeus* und *zschokkei*, fand ich einen wesentlich längeren Kolben als Schmeil.

Bei anderen Arten war kein Unterschied zwischen der Kolbenlänge ober- und unterirdischer Formen. Übrigens wissen wir über die Funktion des betreffenden Organs viel zu wenig, um von einem Ersatz für den Gesichtssinn reden zu können.

Wie Racovitza in seiner interessanten Arbeit über biospeologische Probleme ausführt, ist ein Ersatz für Augenmangel um so weniger zu erwarten, je geringer die Rolle war, welche vorher das verlorene Organ im Leben des Tieres spielte. Dies trifft bei unseren Copepoden durchaus zu. Sind sie doch lichtfliehende Tiere, die z. B. in Seen tagsüber in die Tiefe steigen. Das Auge ist bei ihnen nicht ein perzipierendes Organ, das beim Nahrungs-

erwerb eine Rolle spielt. Seine Einbuße bedeutet also in Wirklichkeit für das Tier nur einen geringen Verlust und die hierfür eintretende Kompensation ist dementsprechend äußerst minim oder gleich Null.

Übrigens bemerkt auch Chilton von seinen neuseeländischen subterranen Isopoden, daß sie nur eine schwache Stütze bieten zur Theorie, daß die Höhlenbewohner besser mit Tast- und Geruchsorganen ausgerüstet sind.

Einfluß des Höhlenlebens auf den übrigen Körperbau.

Wir haben bereits im speziellen Teil von der Farblosigkeit und Durchsichtigkeit der unterirdischen Copepoden gesprochen, die sich in dieser Hinsicht deutlich von den in Quellen gefundenen Exemplaren unterscheiden. Am durchsichtigsten sind die blinden Formen. Wir haben es hier mit einem Charakteristikum der Höhlentiere zu tun.

Bei den Copepoden läßt sich die hyaline Beschaffenheit auch oberirdisch konstatieren und kann andere Ursachen haben. So sind bekanntlich die Süßwassercopepoden der Hochsee farblos und durchsichtig, um sich gegen ihre Feinde zu schützen.

Eine wichtige Frage ist die nach dem Einfluß des Höhlenlebens auf die Körpergröße. Im allgemeinen fehlen in Höhlen die größeren Arten. Eine Ausnahme bildet *Cyclops viridis*. Sein Längenmaximum von 5 mm erreicht indessen auch er in Höhlen bei weitem nicht. Bei den längsten Exemplaren konnte ich nur 1,95 mm ohne, 3 mm mit der Furkalborste messen, während ich z. B. bei den Exemplaren aus der Tiefe des Vierwaldstättersees 3,25 resp. 4,5 mm konstatierte. Das gleiche läßt sich von *Cyclops strenuus* sagen. Gewöhnlich mißt er ohne Borste 1,5—2,5 mm, ausnahmsweise sogar 3,2 mm, während meine Exemplare nur 1,38 mm maßen.

Was die kleineren Arten anbetrifft, so bietet ein Vergleich meiner Messungen mit den Angaben Schmeils über die gleichen Arten nur geringe Unterschiede nach beiden Richtungen hin. Die neuen Arten endlich gehören fast alle zu den kleinsten Copepodenarten, so daß ich wohl allgemein sagen darf: die subterranen Copepoden sind von kleinerem Wuchs als ihre oberirdischen Verwandten.

Über die Ursache dieser Erscheinung erlaube ich mir kein Urteil. Nach Viré nimmt die Körpergröße mit dem Nahrungsreichtum zu. Er will dies beweisen mit auffallend großen *Trichoniscus-*

Arten, die sich auf Knochen des Pariser Ossuariums fanden. Zschokke schreibt entsprechend die geringe Größe von *Cyclops strenuus* aus dem Rhätikon dem dort herrschenden Nahrungsmangel zu. Racovitza ist indessen der Ansicht, daß Nahrungsmangel auf die Größe keinen Einfluß habe, sondern nur auf die Zahl der Individuen und der Eier. Was die geringe Körpergröße betrifft, so sucht er sie durch die Kleinheit der Gewässer zu erklären. Bekanntlich ist wiederholt durch verschiedene Autoren ein Zusammenhang von Wassermenge und Größe der darin lebenden Organismen experimentell nachgewiesen worden.

Ohne Zweifel bestehen auch bei Copepoden solche Beziehungen. Nach van Douwe kommen z. B. nur größere *Canthocamptus*-Arten wie *staphylinus* und *crassus* in größeren Gewässern vor. Endlich sei auf eine Beobachtung von Zacharias verwiesen, der im Laachersee Kümmerformen nachwies, deren Bildung er dem Kohlensäuregehalt des Wassers zuschreibt.

Alle erwähnten Faktoren mögen bei den Höhlencopepoden mitwirken. Genauer Aufschluß kann bloß auf experimentellem Wege erzielt werden.

Mit dem geringen Wuchs macht sich bei den Höhlencopepoden eine Armut an Stacheln, Borsten, Zähnen und Eiballen bemerkbar, welche oft die Ermittlung der Art erschwert, namentlich wo diese Körperanhänge systematischen Wert haben. Wir haben gesehen, wie sowohl die Höhlenvarietät von *Cyclops macrurus* als auch der blinde *Cyclops teras* des für die *Trifida* typischen Haarbüschels am 5. Cephalothoraxsegment entbehren, wie bei diesem die Serra fehlt und bei jener das der Serra entsprechende Gebilde auf Rudimente reduziert ist. Bei *Canthocamptus zschokkei* sind die ventralen Dornen am Abdomen alle gleich lang, während sie sonst in der Mitte länger sind. Auch *Canthocamptus crassus* hat viel von seinem so typisch stachlichen Aussehen eingebüßt. Bei *Canthocamptus pygmaeus* fehlt dem Männchen die für diese Art charakteristische seitliche Dornenreihe am dritten, in einigen Fällen auch am vierten Abdominalsegment. Die merkwürdigste Reduktion, welche das Höhlenleben bei Copepoden erzeugt hat, ist, falls wirklich dieses als Ursache gelten kann, das Fehlen des dritten Anhangs des rudimentären Füßchens bei *Cyclops teras*. Brehm, der seinerzeit in einer Besprechung meiner früheren Publikation diese Erklärung befremdend nannte, teilt in einer späteren Arbeit mit, daß er im

Mittersee bei Lunz mehrmals Weibchen von *C. serrulatus* fand, welchen die Säge fehlte, und er stellt die Frage, ob nicht »etwa konstant tiefe Temperatur oder Lichtabschluß oder ein räumlich beschränkter Wohnbezirk mit diesem Mangel in Zusammenhang stehen«.

Auch der Verlust einer Furkalhauptborste beim kleinen *Cyclops anisetiger*, möchte ich als eine Anpassung an das Höhlenleben deuten, wenn nicht *Cyclops crinitus* mit seinen überaus langen Furkalborsten, den längsten im ganzen Genus, einen Widerspruch bildete.

Leser, welche mit der übrigen Höhlenfauna vertraut sind, werden sich vielleicht wundern, daß die subterranen Copepoden nicht umgekehrt reicher sind an Borsten und anderen Gehängen — allein dies erklärt sich leicht aus der Tatsache, daß diese Gebilde keine Tastorgane sind, sondern Schwebevorrichtungen, deren Bedeutung in Höhlen viel geringer ist, einmal wegen der gleichmäßigen Temperatur des Wassers, das deshalb sein spezifisches Gewicht auch nicht verändert, und wegen der geringen Tiefe der unterirdischen Gewässer. Deswegen sind auch die bei oberirdischen Formen so häufigen Öltropfen nur spärlich vorhanden.

Auch eine Reduktion der Antennengliederzahl bringt das Höhlenleben mit sich. Ich erinnere an *Cyclops bicuspidatus* var. *odessana* aus den Brunnen Helgolands, und an *Cyclops nanus* aus böhmischen Brunnen. Hegte doch Schneider die Ansicht, daß im unterirdischen Gebiet das Prinzip herrsche, die Antennengliederzahl auf acht oder ein noch geringeres Maß zu reduzieren. Diese Annahme ist natürlich unrichtig. Nur bei *Cyclops fimbriatus* fand ich die — hier normale — Achtzahl der Antennenglieder; bei den fünf Arten mit siebzehngliedrigen Antennen traf ich bei geschlechtsreifen Exemplaren auch alle Glieder an. Dagegen ist es auffallend, daß keine von den fünf neuen Arten mehr als elf Glieder aufweist. Bei *Cyclops zschokkei* deutete bei einem vereinzelten Exemplar eine unvollkommen geteilte vierzehngliedrige Antenne an, daß der Reduktionsprozeß noch nicht ganz abgeschlossen und vermutlich eine Folge des Höhlenlebens ist.

Einfluß des Höhlenlebens auf die Fortpflanzungsverhältnisse.

Eine Erscheinung, die mir bei allen meinen Untersuchungen von Höhlencopepoden auffiel, ist die geringe Zahl der Eier, wo überhaupt welche vorhanden waren. Ich habe deshalb bei den einzelnen Arten immer besonders ihre Zahl aufgeführt.

Art	Zahl der untersuchten Weibchen	Zahl der eiertragengen Weibchen	Durchschnittszahl der Eier in einem Ballen
Cyclops fimbriatus	22	6	7
» *serrulatus*	45	10	6,5
» *macrurus* var. sub.	14	1	2
» *teras*	23	1	3
» *unisetiger*	6	0	0
» *crinitus*	4	0	0
» *bisetosus*	18	6	21
» *vernalis*	1	0	0
» *bicuspidatus*	1	0	0
» *strenuus*	3	0	0
» *viridis*	51	5	9
» *zschokkei*	19	4	3
Canthoc. crassus	18	9	8
» *zschokkei*	7	1	12
» *pygmaeus*	6	0	0
» *varicus*	76	0	0

Am auffallendsten ist die Armut an Eiern bei Formen, die ich nur in Höhlen gefunden habe. Bei dreien waren überhaupt keine Eier zu sehen, obschon ich besonders bei *Canthocamptus varicus* eine große Anzahl von Weibchen unter die Lupe genommen hatte.

Angaben früherer Autoren sind spärlich und variieren. Pratz spricht bei seinem *Cyclops subterraneus* von »zahlreichen Eiern«. Rehberg gibt für *helgolandicus* 12—20 an, während Schneider für *fimbriatus* aus Schächten 7 und Frič 4—5 Eier angibt.

Bekannt ist die Tatsache, daß auch bei Hochseetieren die Zahl der Eier geringer ist. Schmeil erklärt dies durch Nahrungsarmut. Vosseler beobachtete die gleiche Erscheinung in höherem Maße bei Formen, die er in der Tiefe des Bodensees fand, bezweifelt jedoch, daß dies für die Erhaltung der Art ungünstig sei, da in größerer Tiefe bei gleichen Nahrungs- und Temperaturverhältnissen auch die Fortpflanzung gleichmäßig und nicht auf eine Jahreszeit beschränkt sei.

Das gleiche läßt sich von den Höhlencopepoden behaupten, denn zu allen Jahreszeiten habe ich trächtige Weibchen gefunden.

Die Frage nach der Periodizität bei Höhlenbewohnern ist ja allgemein schon oft gestellt worden, doch nur wenige Forscher haben sie bis jetzt beantwortet. Der Olm soll im Frühling sich fortpflanzen, ebenso die Lartetien, während *Cambarus* im Herbst kopuliert. Banta kommt nach wiederholten Untersuchungen zum Schluß, daß bei den meisten Höhlenbewohnern die Jahreszeiten keine Rolle mehr spielen, sondern daß die cavernicolen Tiere sich fortpflanzen, wenn günstige Bedingungen sie dazu einladen.

Was die Copepoden betrifft, so kann ich diese Aussage nur bestätigen. La Roche weist nach, wie die relative Zahl der Männchen mit der zunehmenden Eiarmut zunimmt. Ich lasse eine Übersicht meiner Resultate folgen.

Art	Zahl d. untersuchten Männchen	Zahl der Weibchen
Cyclops fimbriatus	8	22
» *serrulatus*	23	45
» *teras*	2	23
» *macrurus* var.	6	14
» *viridis*	22	51
» *crinitus*	0	4
» *bisetosus*	1	18
» *bicuspidatus*	0	1
» *zschokkei*	4	19
» *vernalis*	2	1
» *strenuus*	2	3
» *unisetiger*	10	6
Canthocamptus crassus	2	18
» *typhlops*	2	0
» *zschokkei*	1	7
» *pygmaeus*	4	6
» *varicus*	19	76

Es ergibt sich, daß bei zwei Arten die Männchen in der Mehrzahl sind, sonst überall die Weibchen. Wenn man aber bedenkt, daß Männchen oft schwer zu finden sind, so ist der Prozentsatz der Männchen immerhin ein ganz beträchtlicher. Moniez fand, daß in den unterirdischen Gewässern von Lille die Männchen der Ostracodenart *Candona candida* Müller relativ zahlreicher sind als oberirdisch.

Nahrungsverhältnisse.

Über das Vorhandensein von Nahrung in Höhlen gehen die Ansichten sehr stark auseinander. Während z. B. Hamann behauptet, der Nahrungserwerb sei unterirdisch nicht schwerer als oberirdisch, glaubt Verhoeff, daß die Höhlentiere sich nur durch eine Art lethargischen Zustandes vor dem Hungertod bewahren können. Racovitza ist der Ansicht, daß man aus dem Individuenreichtum eines Fundortes Schlüsse auf die Größe der Nahrungsvorräte schließen könne.

Wie verhält es sich nun bei den Copepoden? Vorerst müssen wir wissen, wovon sie sich nähren. Selbst habe ich hierüber nie Beobachtungen gemacht. Einige Autoren bezeichnen die Tiere als Carnivore, nach andern nähren sie sich von Algen. Diese sich scheinbar widersprechenden Aussagen faßt der Satz zusammen, mit dem Birge seine Ausführungen über die Nahrungsverhältnisse von Planktonkrustern abschließt: »Am meisten omnivor ist die Gattung *Cyclops*.« Nach demselben Autor bevorzugen andere Kruster, wie z. B. *Diaptomus*, ein ganz bestimmtes Futter. Wir haben hier eine weitere Erklärung für das so seltene Vorkommen dieser Gattung in Höhlen.

Bekanntlich beherbergen diese ausschließlich Carnivoren und Saprophagen, während die Herbivoren infolge des Mangels an grünen Pflanzen ausgeschaltet sind. In jeder Höhle finden sich genügend organische Substanzen, um die darin hausenden Copepoden zu ernähren. Namentlich gilt dieses für faules Holz. Ich erinnere an meine Funde von *Canthocamptus varicus* in zwei Höhlen und an die zwei Arten *pygmaeus* und *zschokkei* der gleichen Gattung, die Herr Dr. Racovitza auf Reisig, außerhalb des Wassers, fand. Übrigens können wir aus den wenigen Tatsachen, die uns bis jetzt bekannt sind, schon den Schluß ziehen, daß sich die Tiere in Höhlen an eine andere Ernährungsweise anzupassen vermögen. Wurde doch *Canthocamptus subterraneus* Carl auf Fledermauskot gefunden. Wir dürfen annehmen, daß dieser dem Tier als Nahrung dient.

Änderungen der Lebensweise durch das Höhlenleben.

Über die Lebensweise der Harpacticiden schreibt van Douwe; »Bieten sich uns die verschiedensten Lokalitäten als Fundstellen unserer Gruppe dar, ist es ein Bedürfnis vor allem, das allerorts

erfüllt sein muß es muß lebender Pflanzenwuchs und hierdurch veranlaßte rege Sauerstoffentwicklung vorhanden sein. Es beruht sicher auf irrtümlicher Beobachtung, zu behaupten — wie dies vielfach geschieht —, daß die Harpacticiden auch im Schlamme leben. Mrázek, wohl der erfahrenste Kenner der Gruppe, hat vollkommen zutreffend darauf hingewiesen, daß klares Wasser und die Abwesenheit von fäulniserregenden Stoffen ein Lebensbedürfnis dieser niederen Krebse sei.«

Soweit van Douwe. Wie verhalten sich nun dazu die Harpacticidenfunde in Höhlen? Die Tiere entbehren nicht nur des Pflanzenwuchses, sondern leben sogar in faulendem Holz und auf Fledermauskot. In einer Höhle fand ich *Canthocamptus varicus* nicht auf faulem Holz, sondern auf dem Grunde eines kleinen Tümpels.

Die Exemplare dieses Fundortes konnte ich ohne Mühe in einem kleinen Wasserbecken $^3/_4$ Jahre lang lebend erhalten. Sie vermehrten sich sogar stark, obschon der ganze Boden des Gefäßes von ihren Exkrementen bedeckt war. Auch Mrázek fand auf vermoderndem Grubenholz in böhmischen Bergwerken eine *Canthocamptus*-Art, die er nicht näher bestimmte, und zwar »in ungeheuren Mengen«.

In sächsischen Bergwerken sammelte Schneider unter anderem auch eine *Canthocamptus*-Art und Racovitza fand zwei Arten in einer Höhle der Pyrenäen. Kein Zweifel, daß wir es überall mit einer Anpassung zu tun haben, die für die unterirdische Lebensweise charakteristisch ist, wenn auch nicht ausschließlich für diese. Heinis fand nämlich *Moraria muscicola* nicht nur im Moos, sondern auch auf nassem Holz im Walde. Ich ließ es mir nicht nehmen, selbst auch an oberirdischen Fundorten, wie Bachschleusen und hohlen Baumstämmen nach Harpacticiden zu suchen, jedoch immer vergeblich, was immerhin zu Gunsten der oben ausgesprochenen Vermutung spricht, daß speziell Höhlenharpacticiden imstande sind, in faulem Holz zu leben.

Hier ist auch eine Frage zu prüfen, die Racovitza in seiner schon mehrfach erwähnten Arbeit aufwirft, ob nämlich in Höhlen der Übergang von der aquatilen zur terrestrischen Lebensweise infolge der ständigen Feuchtigkeit leichter möglich sei, als anderswo. Er bejaht die Frage, indem er auf einen Amphipoden verweist, den er im Spätsommer nach einer längeren Trockenperiode in einer Höhle

der Pyrenäen auf feuchtem Boden lebend fand. Außerdem nennt er *Canthocamptus subterraneus* Carl, ein Beispiel, dem sich noch weitere angliedern lassen. Hat doch schon vor mehr als zwanzig Jahren Schneider über »amphibisches Leben« von *Cyclops fimbriatus* und *Canthocamptus minutus* eine sehr ausführliche Abhandlung geschrieben. A. Graeter wendet sich gegen die Ausdrucksweise »amphibisch«, die sich zur Not verteidigen lasse, aber irreführend sei. Wie er sich selbst vergewissert habe, verlasse *Cyclops fimbriatus* infolge seiner kriechenden Lebensweise eher als andere Tiere seinen Wassertropfen, gehe aber zugrunde, sobald alles Wasser verdunstet sei. Der Autor vergleicht solche Tiere mit aus dem Wasser geschnellten Fischen oder mit einem Taucher unter seiner Glocke.

Auch van Douwe spricht den Harpacticiden »ein amphibisches Leben im Sinne des Wortes« ab.

Nun ist aber sehr gut möglich, daß in Höhlen »die Taucherglocke« um bei A. Graeter's Bild zu bleiben, länger als oberirdisch das für das Tier zum Verlassen seines gewohnten Mediums notwendige Element — in diesem Falle Wasser, nicht Luft — zu halten vermag und das Tier so leichter als anderswo zu Jagd- und Streifzügen außerhalb des Wassers befähigt. Dafür sprechen die in diesem Abschnitt bereits erwähnten Funde verschiedener Arten auf Holz und Fledermauskot, sowie auch das Vorkommen der von Brady beschriebenen *Canthocamptus*-Art an der Decke eines Kohlenbergwerkes in England.

Diesen Funden lassen sich freilich viele oberirdische gegenüberstellen, welche zur Genüge beweisen, daß wenigstens für Harpacticiden kleine Wassermengen zum Leben genügen. Daß dies speziell für *Canthocamptus pygmaeus* der Fall ist, habe ich bereits bei der Besprechung dieser Art angeführt.

Die Erscheinung, daß Wassertiere so lange sich außerhalb des gewohnten Mediums aufhalten können, als das von ihnen mitgenommene Wasser ausreicht, haben wir auch bei der in französischen Höhlen lebenden Kugelassel, *Vireia burgunda*, und zwar lebt sie länger auf Lehmboden als auf Sand, der das von den Thorakalplatten eingeschlossene Atemwasser aufsaugt.

Endlich verweise ich noch auf die größtenteils aus unterirdischen Vertretern bestehende australische Isopodenfamilie der *Phreatoicidae*. Sieben Arten leben im Wasser, eine terrestrisch in

Wäldern. Möglicherweise haben wir hier einen solchen Übergang vor uns, wie ihn sich Racovitza denkt, daß die unterirdische Lebensweise den Schritt aufs Festland leichter gemacht habe.

Feinde der Höhlencopepoden.

Nach Enslin dient *Cyclops* in den fränkischen Höhlen den Planarien zur Nahrung. Auch verschiedene Höhlenisopoden nähren sich nach den Aussagen von Dollfuss und Viré davon. Banta fand Copepoden im Magen eines blinden Höhlenfisches. Kein Zweifel, daß die Tiere auch in den von mir untersuchten Höhlen eine wichtige Rolle bei der Ernährung der mit ihnen zusammenlebenden Planarien, Iso- und Amphipoden spielen, obschon ich nie derartiges wahrnehmen konnte.

Anders verhält es sich mit den ihnen ständig anhaftenden Parasiten. Bekanntlich sind oberirdische Formen oft so von Infusorien bedeckt, daß sie ganz unkenntlich werden. Meines Wissens existiert noch keine Arbeit über die Wechselbeziehungen der beiden Tierformen und doch würde eine solche gewiß äußerst interessante Tatsachen ermitteln können. Leider genügten meine Zeit und meine Kenntnisse nicht, jeweils die auf den von mir untersuchten Copepoden gefundenen Parasiten zu bestimmen. Eines hingegen fiel mir auf, ihr äußerst spärliches Auftreten, wo überhaupt welche zu sehen waren. Ich habe deshalb auch bei der Besprechung der Arten jeweilen angegeben, wo ich Parasiten fand. Ich will hier zur Bestätigung meiner Aussage die Zahl der mit Parasiten behafteten Copepoden zusammenstellen.

Cyclops fimbriatus	1	Tier	von 30	untersuchten.
» *macrurus* var. *subterranea*	2	»	» 20	»
» *teras*	1	»	» 25	»
» *viridis*	2	»	» 73	»
Canthocamptus varicus	1	»	» 95	»

Auf *Cyclops serrulatus* fand ich fast immer, wenn auch spärlich, Infusorien, wenn ich ihn in Quellen fischte. Ein Exemplar aus der Aachquelle war von grünen Confervoideen bedeckt.

Die Armut an Copepodenparasiten in unterirdischen Gewässern ist auch von Vejdowsky konstatiert worden. Sie erklärt sich übrigens leicht, wenn man bedenkt, wie dünn bevölkert diese Gewässer sind, wie wenig Verbreitungsmöglichkeiten daher den In-

fusorien geboten sind. Inwiefern dieser Mangel für die Höhlencopepoden ein Vorteil ist, läßt sich nicht beurteilen, solange man nicht weiß, wie weit die viel zahlreicheren oberirdischen Schmarotzer ihren Wirt schädigen.

Beziehungen der Höhlencopepoden zu ihrem Wohnort.

Aus den zwei früheren Kapiteln und namentlich aus der zweiten Tabelle ist bereits deutlich ersichtlich, daß zwar oft in einer Höhle nur eine einzige Art sich vorfindet, dies jedoch durchaus keine Regel ist. Oft finden sich zwei, drei oder gar vier Arten nebeneinander. Ich betone dies ausdrücklich, weil für andere Tiergruppen schon beobachtet wurde, daß jede Höhle nur je eine Art beherberge.

Eine weitere Frage ist die, zu welcher Gruppe von Höhlenbewohnern wir unsere Copepoden zu stellen haben. Bekanntlich hat Schiner die Höhlentiere in zwei Gruppen, die der Troglobien und die der Troglophilen, eingeteilt. Die ersten sind echte und ausschließliche Höhlentiere, während die zweiten auch an anderen Orten zu finden sind. Lampert zeigt in seiner Arbeit über die schwäbischen Höhlen an Hand mehrerer Beispiele, daß sowohl die ökologischen, als die morphologischen Merkmale als Kennzeichen der zwei Schiner'schen Gruppen öfters versagen und daß eine glatte Formel, die beiden scharf zu unterscheiden, bis heute nicht gefunden sei.

Wie verhält es sich in dieser Hinsicht mit unseren Copepoden? Von den siebzehn Arten, die ich in Höhlen erbeutete, sind elf schon von oberirdischen Fundorten her bekannt. Ihr regelmäßiges Vorkommen in unterirdischen Gewässern, die Tatsache, daß man Eier und Nauplien findet, spricht dafür, daß sich die Tiere ganz an das Milieu angepaßt haben. Auf sie lassen sich wörtlich die Sätze Lampert's anwenden:

»Hunderte von Generationen einer Art leben und sterben in Höhlen, ohne sie je zu verlassen; Hunderte von Generationen derselben Art aber haben nie in einer Höhle gelebt. Sicher sind diese in der Höhle lebenden Hunderte von Generationen Höhlentiere.«

Damit meint Lampert Troglobien. Spricht man jedoch allgemein von der Art, der diese Hunderte angehören, so muß man sie zu den Troglophilen rechnen.

Anders verhält es sich mit den sechs übrigen Arten. Ich habe sie nur in Höhlen gefunden und zwar meistenteils in Gegenden, die hinsichtlich der Copepoden sehr genau untersucht sind, so daß ich wohl annehmen darf, daß sie oberirdisch nicht zu finden sind. Hier hätten wir es also mit Troglobien zu tun. Allerdings sind Troglobien in der Regel blind, und von unseren sechs Tieren ist es bloß die Hälfte. Allein von dieser Regel sind auch andere Ausnahmen bekannt. Ich erwähne bloß eine von Simon beschriebene Höhlenspinne aus Madagaskar, mit typischen Anpassungen ans Höhlenleben, aber mit unveränderten Augen.

Umgekehrt ist *Canthocamptus typhlops* wie einige seiner Verwandten blind und dennoch oberirdisch nachgewiesen.

Sind diese blinden Tiere Troglobien oder Troglophilen? Vielleicht keines von beiden, sondern Vertreter der sogenannten hypogäischen Fauna, die mit derjenigen der Höhlen mehrfache Konvergenzerscheinungen aufweist. Sie besteht aus Wurzeln- und Humusfressern, die sich von den Höhlenbewohnern außer durch die vegetarische Lebensweise gewöhnlich durch kurze, zum Wühlen eingerichtete Extremitäten unterscheiden. Natürlich ist es rein eine Sache der Willkür, ob man diese beiden Faunengebiete trennen oder vereinigen will.

Wichtiger als dieser Wortstreit ist die Frage, die auch Lampert stellt, welches die Motive sind, »die manche Tiere in den Höhlen einen bevorzugten, ja vielfach den einzigen Wohnort finden lassen». Ein Faktor wird meines Erachtens allzusehr überschätzt, nämlich der Zufall. Allerdings gehört ja zum Wesen des Planktons eine gewisse Passivität, eine Abhängigkeit von den Strömungen des Wassers. Daß indessen die Tiere nicht so willenlos dahintreiben, sondern sich aktiv bewegen, das beweisen unter anderem die täglichen vertikalen Wanderungen der Copepoden in den Seen.

Es mag ja vorkommen, daß Wasserbewohner gegen ihren Willen und zu ihrem Schaden in Höhlen geschwemmt werden. Ich fand solche Fälle in der Haslerhöhle, wo der mit einem oberirdischen Gewässer direkt in Zusammenhang stehende Höhlenbach Hydrachniden, sowie zahlreiche Larven von Perliden, Ephemeriden und Trichopteren beherbergt, die wohl im Eizustand in die Höhle gelangt waren. Allein das sind Ausnahmen. Meist liegen ja die Höhlen höher als die angrenzenden oberirdischen Gewässer, so

daß an ein zufälliges Hineingeschlepptwerden, nicht zu denken ist. Hier sind gesetzmäßige Vorgänge im Spiele. Um sie zu erkennen, müssen wir zunächst sehen, welche von den auch oberirdisch lebenden Arten in Höhlen vorkommen.

Überblicken wir die zwei Tabellen, welche die Namen der Funde anderer Autoren und die meinigen enthalten, so fällt uns auf, daß auf ihnen fast alle stenothermen Kaltwassertiere und die eurythermen Formen mit alpinem oder nordischem Charakter figurieren, während umgekehrt stenotherme Warmwassertiere und eurytherme Formen mit südlichem Vorkommen fehlen.

Der Hauptfaktor, der bei der Besiedelung unterirdischer Gewässer in Betracht fällt, ist somit gegeben. Es ist die konstant niedrige Temperatur, die in diesen Räumen herrscht. Ich sage der Hauptfaktor, denn daß es nicht der einzige ist, beweisen schon die Ausnahmen von der oben ausgesprochenen Regel.

Cyclops prasinus und *dybowskii*, die Schmeil in den Karsthöhlen nachwies, sind Warmwasserformen. *Cyclops insignis* und *oithonoides* sind umgekehrt ausgesprochene Kaltwassertiere, sind aber nie in Höhlen nachgewiesen worden. Wir müssen also noch andere Faktoren annehmeu. Wir haben in einem früheren Abschnitt gezeigt, daß vorzugsweise kleinere Arten in Höhlen zu finden sind; zu diesen gehören aber *prasinus* und *dybowskii*, während umgekehrt der viel größere *Cyclops insignis* fehlt, wie ja auch die beiden sonst häufigen *C. albidus* und *fuscus* selten sind und von mir nirgends erbeutet wurden. Dann wird ohne Zweifel eine litorale oder gar kriechende Lebensweise den Schritt zur Unterwelt begünstigen. Daher das überaus häufige Vorkommen von *Cyclops fimbriatus*, und das seltene Auftreten des sonst häufigen *C. strenuus*, der ein pelagisches Tier ist. *Cyclops oithonoides* ist aber »mehr als jede andere Art eine Seeform«. Man darf also sein Vorkommen in Höhlen schon deshalb nicht erwarten. Endlich spielt natürlich das oberirdische Vorkommen, d. h. der bevorzugte Wohnplatz und die Häufigkeit, eine Rolle. *Cyclops viridis*, *serrulatus*, *fimbriatus* und *strenuus* gelten allgemein als die gemeinsten Copepoden. Sie treffen wir auch alle in unterirdischen Gewässern.

Zusammenfassend können wir sagen: In unterirdischen Gewässern finden wir vorzugweise kälteliebende oder wenigstens -vertragende, kleine Copepoden mit litoraler oder kriechender Lebensweise. Eine Art, welche diese Bedingungen erfüllt, ist

allerdings bis jetzt wenigstens nicht kavernikol gefunden worden, nämlich *Cyclops phaleratus*. Er zeigt im ganzen südliches Vorkommen, ist aber sowohl in den Alpen, als in der Tiefe des Neuenburgersees nachgewiesen worden. Schmeil vermutet, daß der von Frey beschriebene *Cyclops setiger* mit dieser Art identisch sei. Wenn seine Ansicht richtig ist, so werden wir gewiß *Cyclops phaleratus* von neuem in unterirdischen Gewässern entdecken.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß *Cyclops macrurus* wärmeliebend, die Höhlenvarietät indessen kälteliebend ist.

Beziehungen zu den angrenzenden Gebieten.

Um den Übergang der Copepoden in die unterirdischen Wohnräume richtig zu verstehen, müssen wir uns auch die Gebiete ansehen, welche gleichsam zu diesen die Schwelle bilden. Die Quellen haben wir bereits erwähnt, indem wir sie noch zum Gebiet der Dunkelfauna gerechnet haben; wie aber aus meinen Resultaten deutlich hervorgeht, mit weniger Recht, als man dies für andere Tiergruppen als die Copepoden getan hat. Anschließend an meine vereinzelten Untersuchungen dieses Gebietes, die ja für andere Tiergruppen bessere Resultate zeitigten, erforscht nun Herr Bornhauser von der zool. Anstalt Basel systematisch die Quellen der Umgebung unserer Stadt. Unter der Ausbeute an Copepoden, die er mir zur Bestimmung überläßt, fanden sich entsprechend dem intensiven Suchen einige Arten mehr, als in den in meiner Arbeit erwähnten Quellen. Eine autochtone Copepoden-Fauna scheinen die Quellen indessen nicht zu beherbergen, sondern nur eurytherme oder kälteliebende bekannte Arten. Als Quellen lassen sich zur Not auch die hölzernen Brunnentröge der Jurabergweiden betrachten, in denen A. Graeter regelmäßig *Cyclops viridis* und einmal *fimbriatus* und *serrulatus* fand. Der Autor gibt für ihr dortiges Auftreten keine Erklärung; für mich herrscht jedoch kein Zweifel, daß sie oder ihre Eier aus den unterirdischen Wasseradern in die Brunnentröge hineingelangt sind.

In naher Beziehung zu Höhlen und Grundwasser stehen oft auch Flüsse und Bäche. Zschokke sagt allgemein von den Harpacticiden, daß sie für fließende Gewässer typisch seien. Von den Cyclopiden hingegen hat nach A. Graeter nur *C. fimbriatus* fluviatilen Charakter. Zwar wies Zimmer für die langsam fließende Oder noch eine Anzahl anderer Arten nach, die jedoch wie er

selbst annimmt, bei Überschwemmungen ihren gewöhnlichen Wohnort, die Altwasser, verlassen hatten.

Auch stehende Gewässer treten mit dem Grundwasser in Beziehung, wenn auch nicht alle. Mrázek teilt die austrocknenden Tümpel ein in solche, die nur von oben gefüllt werden (sie enthalten gewöhnlich *Cyclops strenuus* und *diaphanus*, *Diaptomus serricornis*), und in solche, die von Grundwasser gespeist werden. In diesen finden sich außer Harpacticiden *Cyclops languidus, bisetosus* und *crassicaudis*. Oft finden sich auch in solchen Gewässern mehr oder weniger ausgeprägte Höhlenbewohner, wie *Niphargus* und *Planaria vitta*, so daß Mrázek eine sekundäre Wiederbesiedelung des oberirdischen Gebietes auf dem Wege durch solche Tümpel für wahrscheinlich hält.

Wie bereits früher erwähnt, hat Richard zuerst den blinden Harpacticiden *Ectinosoma Edwardsi* in einem Weiher gefunden, der sein Wasser aus einem artesischen Brunnen bezieht. Sein hieraus gezogener Schluß, das zu einer marinen Gruppe gehörende Tier sei auf unterirdischem Weg in den Weiher gelangt, ist von Schmeil beanstandet worden. Allein nach allem, was wir jetzt über unterirdische Copepoden wissen, müssen wir doch annehmen, daß Richard nicht so unrecht hatte. Der Übergang vom Meer- zum Süßwasser ist übrigens in Höhlen keineswegs eine Seltenheit. Namentlich bei den unterirdischen Isopoden stoßen wir auf mehrere Vertreter, die nur im Meer Verwandte besitzen.

Im Anschluß an die austrocknenden Tümpel können wir auch noch des feuchten Mooses gedenken, in welchem Mrázek eine ganze Reihe vorher unbekannter Harpacticiden entdeckt hat. Auch hier haben wir vorwiegend eine Kaltwasserfauna, indem das Leben in den Moospolstern hauptsächlich im Winter und Frühjahr erwacht, während es in der warmen Jahreszeit aus Mangel an Feuchtigkeit eingeht. Auch hinsichtlich des Lichtes können gleiche, oder ähnliche Bedingungen herrschen wie in Höhlen. Das gemeinsame Vorkommen von *Canthocamptus typhlops* Mrázek in einer Höhle sowohl als in Moos bietet eine hübsche Bestätigung für die Analogie der Lebensbedingungen in beiden Gebieten.

Weit größer jedoch als an allen bisher aufgezählten Orten ist diese Übereinstimmung mit den Höhlen in der Tiefe der Seen. Verschiedene Autoren haben bereits auf die gegenseitigen Beziehungen der beiden Medien hingewiesen.

Planarien, Amphipoden und Isopoden mit den gleichen Charakteren wie die Höhlentiere bevölkern den Grund der Binnengewässer, ich erwähne nur *Bathyonyx*, *Niphargus* und *Asellus cavaticus* var. *Foreli*. Nicht nur sind die physikalischen Bedingungen wie Lichtmangel und konstant niedere Temperatur die gleichen, sondern beide Bezirke stehen direkt miteinander in Kommunikation, sei es, daß die Seen Wasser in das Erdinnere abgeben, oder daß unterirdische Quellen in die Seen münden. Natürlich ist es ebensogut möglich — und bei den Copepoden halte ich es sogar für das wahrscheinlichere —, daß nicht eine direkte Kommunikation beider Medien stattgefunden hat, sondern daß die Bewohner von beiden gemeinsamer, nämlich litoraler Herkunft sind.

Von Zschokke, Fuhrmann und Thiébaut sind insgesamt sieben Cyclopiden und ebenso viele Harpacticiden aus der Tiefsee zutage gefördert, von jener Familie sechs, von dieser drei auch in Höhlen gefunden worden. Die Erscheinung kann nicht zufällig sein, sondern findet in der Übereinstimmung der Bedingungen ihre Erklärung. In der Seetiefe kommt als neuer Faktor der Druck hinzu. Der Umstand, daß die Arten sich auch dieser schwerwiegenden physiologischen Einwirkung anbequemen konnten, erklärt nicht nur die Identität der häufigsten Tiefseecopepoden mit Moniez' fünf Arten der Liller Wasserleitung, sondern auch ihr häufiges Eindringen in subterrane Gewässer. Wie Moniez angibt, kann man sich in Lille Exemplare dieser Arten sehr leicht verschaffen. Man braucht bloß den Filter einige Stunden unter einen Wasserhahnen zu halten.

Die neuen Arten.

Es bleibt uns noch übrig, die sechs von mir gefundenen neuen Arten unter gemeinsamen Gesichtspunkten zu betrachten und einige wichtige Fragen, wenn auch nicht zu beantworten, doch wenigstens zu stellen, damit sie späteren Forschungen zur Richtschnur dienen mögen.

Vor allem ist eine Tatsache recht auffallend, nur drei Arten erwiesen sich als blind: *Cyclops teras*, *zschokkei* und die Varietät von *macrurus*. Nun sind dies aber gerade diejenigen, bei denen die Verwandtschaft mit oberirdischen Formen am leichtesten nachweisbar ist. *Cyclops teras* gleicht ganz *serrulatus*, *C. zschokkei* dem *C. bicuspidatus*. Bei der dritten Form endlich waren die Unter-

schiede der Höhlenabart mit der Stammform minim und genügten nicht zur Aufstellung einer neuen Art.

Ganz anders die drei übrigen, mit einem Auge versehenen. Allenfalls könnte man *Cyclops crinitus* auf *viridis* zurückführen. Ich könnte mir zwar nicht erklären, wie jene Art unter dem Einfluß des Höhlenlebens zu ihren langen Furkalborsten, den längsten des ganzen Genus, gelangt wäre. Und nun gar noch die zwei letzten Arten. *Cyclops unisetiger* nimmt eine Mittelstellung ein zwischen der Familie der Cyclopiden und Harpacticiden, *Canthocamptus varicus* zwischen den Genera *Canthocamptus* und *Moraria*. Keiner von beiden hat oberirdisch einen Verwandten, der ihm ähnlich sähe. Für den Harpacticiden findet sich aber in einer Höhle der Krim eine sehr ähnliche Form.

Wie sollen wir uns dies erklären? Wenn einerseits der Augenschwund der drei erstgenannten Tiere uns vermuten läßt, daß sie schon sehr lange die unterirdische Lebensweise angenommen haben, so ist anderseits die isolierte Stellung der drei andern auch wieder ein Beweis, daß wir es mit sehr alten Typen zu tun haben.

Ich bin geneigt, mir diesen scheinbaren Widerspruch so zu erklären: Wie in der ganzen Organismenwelt, so haben wir auch bei unseren Copepoden konservative Lebewesen und anpassungsfähigere. Die drei blinden Höhlencopepoden gehören zur letzten Kategorie. Ihre Artmerkmale, das Fehlen des Auges, die Reduktion der Antennengliederzahl bei *Cyclops zschokkei*, das Fehlen der Serra und der Borste des rudimentären Füßchens bei *Cyclops teras*, das Fehlen der Borsten am letzten Cephalothoraxsegment bei *C. teras* und der Varietät von *macrurus*, alle diese negativen Merkmale sind nichts anderes als der Ausdruck des veränderten Aufenthaltsortes. Anders bei den andern drei Arten. Wie sie ihr Auge mehr oder weniger unverändert trotz der undurchdringlichen Nacht beibehielten, so retteten sie auch weitere Merkmale aus der von ihnen wahrscheinlich gänzlich verlassenen Oberwelt herüber, Merkmale, die sie jetzt noch charakterisieren und die ihnen beim Vergleich mit den übrigen Copepoden, auch den unterirdischen, ein so bizarres Aussehen verleihen.

Mit einem Wort, sie gehören zur Reliktenfauna.

Sogenannte archäische Formen, lebende Überreste aussterbender Gruppen, sind in Höhlen etwas so Häufiges, daß ich darauf

verzichten muß, Beispiele aufzuzählen. Die Vermutung, daß es sich bei meinen Formen ebenfalls um solche handelt, ist also durchaus berechtigt. Es fragt sich nur, was für ein Faktor unseren Relikten erlaubte, in den Höhlen ein längeres Dasein zu fristen als den verschwundenen oberirdischen Exemplaren. Bei anderen Tiergruppen mögen andere, hier nicht zu berücksichtigende Ursachen im Spiel gewesen sein. Für die Copepoden jedoch ist, wie wir bereits gesehen haben, der Hauptfaktor die niedrige Temperatur der Höhlenräume, und dies führt uns zur weiteren Frage, ob unsere Tiere nicht Relikte sind aus der — oder vorsichtiger ausgedrückt — aus einer Eiszeit.

Von Zschokke, Ekman und Liljeborg werden fünf der von mir in unterirdischen Gewässern nachgewiesenen Copepoden als Glazialrelikte beansprucht, nämlich *Cyclops strenuus, bisetosus, bicuspidatus, vernalis, Canthocamptus zschokkei.*

Zschokke bezeichnet gleichzeitig mit den Gebirgsseen, den Bergbächen und der Tiefenregion der großen Binnengewässer auch die Höhlen als Refugium für die Eiszeitfauna. Thienemann vermutet sogar, die Fauna unterirdischer Gewässer sei eine, allerdings mehr oder weniger stark umgewandelte, Reliktenfauna der letzten Eiszeit. Auch Carl und Absolon fanden in den von ihnen untersuchten Höhlen Tiere, die sie in die gleiche Kategorie einreihen. Lampert, der diese Fälle anführt, warnt vor zu weitgehenden Schlüssen, »ehe nicht die noch viel zu wenig bekannte Verbreitung dieser kleinen Tiere ganz anders als bisher erforscht ist«. In der Tat sind bis heute zuverlässige Faunenlisten nur für wenige Höhlengebiete aufgestellt worden, so daß wir keine sicheren tiergeographischen Schlüsse daraus zu ziehen vermögen. Für die Höhlencopepoden gilt dies aber noch mehr als für andere Gruppen. Immerhin kann ich auch hier schon die sechs Arten nach ihrem Vorkommen in drei Gruppen einteilen:

Cyclops teras und *crinitus* fand ich nur in den Alpen und zwar im Kreidekalk. *Cyclops macrurus* var. *subterraneus, Cyclops zschokkei* und *Cyclops unisetiger* dagegen lebt im Juragebirge und *Canthocamptus varicus* endlich im Jura und im Muschelkalk des südlichen Schwarzwaldes. Diese Art dürfte sich demnach kosmopolitischer erweisen als die ersterwähnten, geologisch strenger lokalisierten.

Auf der beigefügten Karte mit den eingezeichneten Fundorten habe ich auch durch Kreise die Verbreitung der sechs neuen

Arten angegeben. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß die betreffenden Arten nicht auch außerhalb der angegebenen Bezirke vorkommen können. Ich bin im Gegenteil überzeugt, daß bei intensiverem Suchen in anderen Höhlen nicht nur die von mir beschriebenen, sondern auch weitere neue Arten zu finden sind.

Verbreitungsgebiet von: 1. *Cyclops crinitus*; 2. *Cyclops teras*; 3. *Cyclops zschokkei*; 4. *Cyclops unisetiger*; 5. *Canthocamptus varicus*; 6. *Cyclops macrurus* var. *subterranea*.

Infolge verfrühter Schlüsse hat Jahre hindurch das Vorurteil geherrscht, daß die unterirdischen Gewässer keine eigenen Copepodenarten beherbergen. Diesem Vorurteil ist es zuzuschreiben, daß nicht früher solche neue Arten entdeckt worden sind.

Mögen nun umgekehrt meine Ergebnisse den Anlaß zu erneuerten Untersuchungen geben und auf diese Weise weitere Resultate zeitigen oder wenigstens die Lücken der meinigen ausfüllen.

Zusammenfassung der Resultate.

1. In unterirdischen Gewässern sind bis heute von 33 Autoren 21 sichere Copepodenarten, hauptsächlich Cyclopiden nachgewiesen worden. Nur eine einzige davon ist sicher neu, *Canthocamptus subterraneus* Carl.

2. Meine eigenen Untersuchungen in Deutschland, Frankreich und namentlich in der Schweiz förderten 18 Arten zutage. Die Mehrzahl deckt sich mit den von früheren Autoren gefundenen. Sechs jedoch sind neu.

3. Das Augenpigment der Höhlencopepoden ist oft mehr oder weniger abgeblaßt, in vereinzelten Fällen bis zum gänzlichen Schwund, nur bei vier Arten fehlt es regelmäßig. Ein Ersatz für Nichtgebrauch des Auges läßt sich in der Regel nicht konstatieren, nur daß bei einigen Arten der Sinneskolben an der I. Antenne länger ist, als dies gewöhnlich bei oberirdischen Formen der Fall ist.

4. Alle Höhlencopepoden sind hyalin, meist sind es kleine Arten. Sie erreichen, wo es sich um größere Formen handelt, das mögliche Maximum ihres Umfanges nicht. Oft zeichnen sie sich durch einen Mangel an Körperanhängen aus, der die systematische Bestimmung erschwert.

5. Auffallend ist die Armut an Eiern. Die Männchen finden sich relativ häufig.

6. Die Tiere nähren sich von organischen Abfällen, namentlich von Holz.

7. Das Höhlenleben scheint den Ubergang zu einer terrestrischen Lebensweise zu erleichtern und bei den Harpacticiden den Aufenthalt auf faulenden Substanzen zu begünstigen.

8. Parasitische Infusorien sind auf Höhlencopepoden selten.

9. Die Copepodenarten, die auch oberirdisch vorkommen, kann man den »Troglophilen« zuteilen, die sechs neuen Formen den »Troglobien«.

10. Der Hauptfaktor, der die Tiere zur Besiedelung des unterirdischen Gebietes veranlaßte, ist die niedrige Temperatur der Höhlengewässer. Außerdem wirkten bei der Besiedelung erleichternd mit die Körpergröße, die Befähigung zu einer kriechenden oder litoralen Lebensweise und die Art der oberirdischen Verbreitung bezügl. Wohnort und Häufigkeit. —

11. Von den neuen Arten lassen sich einige auf bekannte, oberirdische zurückführen; sie sind blind. Die übrigen sind als Relikte oberirdisch ausgestorbener Arten zu betrachten; sie weisen noch ein Auge auf. Von den sechs neuen Formen fanden sich zwei im Kreidekalk der Voralpen, drei im Jura, und eine im Jura und im Muschelkalk des südlichen Schwarzwaldes.

12. Das subterrane Vorkommen von fünf Copepodenarten, die von verschiedenen Autoren als Glazialrelikte beansprucht worden sind, spricht für die Richtigkeit von Zschokke's Ansicht, daß außer den Gebirgsseen und -bächen, sowie der Seetiefe auch die Höhlen ein Refugium für die Eiszeitfauna sind.

Literaturverzeichnis.

Die Aufzählung sämtlicher zu Rate gezogener Publikationen würde zu weit führen. Ich mußte mich darauf beschränken, diejenigen Arbeiten anzuführen, deren Autor ich in meiner Arbeit erwähnt habe. Der Umfang dieses Verzeichnisses wird diese Beschränkung rechtfertigen. Verzeichnisse von Arbeiten über Copepoden sind übrigens in jeder größern Publikation über diese Gruppe zu finden, und was die Literatur über Höhlen betrifft, so verweise ich auf mein Sammelreferat „die zoologische Erforschung der Höhlengewässer seit dem Jahre 1900 mit Ausschluß der Vertebraten“ (Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrog. Bd. II, 1909). In ihm sind 116 Publikationen besprochen, deren Durchsicht mein Urteil über die unterirdische Lebewelt stark beeinflußt hat.

Banta Arthur M. The Fauna of Mayfield's Cave. Washington D. C. 1907.

Birge E. A. Plankton studies on Lake Mendota II. The Crustacea of the Plankton. July 1894 — Dez. 1896. Transact. Wisc. Acad. Sci. Acts. Letters. Vol. XI.

Brady G. S. A monograph of the free and semi-parasitic Copepoda of the British Islands. London 1878—80.

Brehm. Die geographische Verbreitung der Copepoden und ihre Beziehung zur Eiszeit. Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 1908, Bd. I.

— Zur Kenntnis der Copepodenfauna von Deutsch-Kamerun. Zool. Anz. Bd. 34, No. 26, 1909.

Carl J. Materialien zur Höhlenfauna der Krim. I. Aufsatz. Neue Höhlencrustaceen. Zool. Anz. Bd. 28, 1904.

Chilton Ch. The Subterranean Crustacea of New Zealand: with some general Remarks on the Fauna of Caves and Wells. Trans. Linn. Soc. London II. Ser. Vol. VI, 1894.

Claus C. Neue Beobachtungen über die Organisation und Entwicklung von Cyclops. Ein Beitrag zur Systematik der Cyclopiden. Arb. aus d. zool. Institut der Univ. Wien Tom. IX, 1893.

Daday E. v. 1897. Crustaceen In. Result. d. wissenschaftl. Erforschung des Balatonsees. Bd. II. Die Biologie des Balatonsees und seiner Umgebung. Teil 1. Die Fauna des Balatonsees. Wien 1893.

— Mikroskop. Süßwassertiere aus Deutsch-Neu-Guinea. Termeszetr. Füz. Bd. 24, 1901.

— Mikroskop. Süßwassertiere aus Turkestan. Zool. Jahrbuch Syst. Geogr. Biol. Bd. 19, 1903.

Dollfus A. et Viré A. Sur quelques formes d'Isopodes appartenant à la faune souterraine d'Europe. Ann. Sc. Nat. (Zool.) 1904. 8^{0} Sér. Tom. XX.

van Douwe C. Zur Kenntnis der Süßwasserharpacticiden Deutschlands. Zool. Jahrb. Syst. Geogr. Biol. Bd. 18, 1903.

Egli P. Beitrag zur Kenntnis der Höhlen in der Schweiz. Dissertation 1904. Zürich.

Eigenmann C. H. A. contribution to the Fauna of Caves of Texas Proceed. Amer. Assoc. Adv. sc. 1900. 49.

Ekman Sven. Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Copepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Ein Beitrag zur Tiergeographie, Biologie

und Systematik der arktischen, nord- und mitteleuropäischen Arten. Zool. Jahrb., Abt. Syst., Bd. 21, 1904.

Enslin E. Die Höhlenfauna des fränkischen Jura. Mitteilungen aus d. Kgl. Naturalienkabinett zu Stuttgart. Abhandl. d. Naturhist. Gesellschaft zu Nürnberg 1906, Bd. XVI.

Forbes E. B. A. contribution to a knowledge of North American Fresh-Water Cyclopidae. Bull. Ill. State Laboratory Nat. Hist. Vol. V, 1897.

Frey Franz. Die Grundwassertiere von München, mit Rücksicht auf die verwandten ober- und unterirdischen Arten. München Dissert. 1869.

Frič Anton. Die Krustentiere Böhmens. Archiv für die naturwissenschaftl. Landesforschung von Böhmen. II. Band, 2. Teil 1873.

Fries. Mitteilungen aus dem Gebiet der Dunkelfauna. Zool. Anz. II, 1879.

Fuhrmann O. Beitrag zur Biologie des Neuenburgersees. Biolog. Zentralbl. Bd. 21, 1900.

Graeter A. Les Harpacticides du Val Piora. Rev. suisse de Zool. T. 6, 1899.
— Die Copepoden der Umgebung von Basel. Ebenda T. 11, 1903.

Graeter E. Beiträge zur Kenntnis der schweiz. Höhlenfauna. III. Ein neuer Höhlencopepode *Cyclops crinitus* nov. spec. Zool. Anz. Bd. XXXIII, 1908.

De Guerne J. et Richard J. Description du Diaptomus Alluaudi nov. spec. recueilli par M. Alluaud dans un réservoir d'eau douce à Lanzarote (Canaries).

Haeckel Karl. *Niphargus aquilex* im Odergebiet. Zool. Anz. Bd. 32, 1908.

Hamann O. Europäische Höhlenfauna. Jena 1896.

Hartwig W. Die niedern Crustaceen des Müggelsees und des Saaler Boddens während des Sommers 1897. Forschungsbericht d. Biol. Stat. Plön 1899.

Heinis F. Systematik und Biologie der moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien und Tardigraden der Umgebung von Basel. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. V, 1910.

Jeannel R. et Racovitza E. G. Enumération des grottes visitées, 1904—1906 (1. série), 1906—1907 (2. série). Arch. zool. expérim. et génér. 1907, 1908. Tom. VI, Tom. VIII.

Joseph. Erfahrungen im wissenschaftlichen Sammeln und Beobachten der den Krainer Tropfsteingrotten eigenen Arthropoden nebst Diagnosen der vom Verfasser entdeckten und bisher noch nicht beschriebenen Arten. Berl. Entomolog. Zeitschrift. Bd. XXVI, Heft 1.

Jurine L. Histoire des Monocles, qui se trouvent aux environs de Genève. Genève et Paris 1820.

Kane W. F. de Vismes. Niphargus Kochianus, Bate, in an Irish Lake and Niphargus subterraneus, Leach in Kent. Ann. Mag. Nat. Hist. 1904. Ser. 7, Vol. XIV.

Kofoid C. A. The Plankton of Echoriver, Mammoth Cave. Transact. Amer. Microsc. Soc. 1900, Vol. XXI.

Kräpelin Carl. Die Fauna der Hamburger Wasserleitung. Abhandlung d. naturw. Ver. in Hamburg. Bd. IX, 1886.

Lampert K. Tiere und Pflanzen der Jetztzeit in den schwäb. Höhlen. Mitteilungen des Kgl. Naturalienkabinetts Stuttgart 1908, No. 60.

Lauterborn R. Beiträge zur Süßwasserfauna der Insel Helgoland. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeb. von der Kommission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und von der biolog. Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. Bd. I, 1896.

Lilljeborg W. 1902. Synopsis specierum hucusque in aquis dulcibus Sueciae observatarum familiae Harpacticidarum. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 36, No. 1.

— Synopsis specierum hucusque in Suecia observatarum generis Cyclopis. Ebenda. Bd. 35, No. 4, 1901.

Miethe Carl. *Asellus cavaticus* Schiödte. Ein Beitrag zur Höhlenfauna der Schweiz. Revue Suisse de Zool. 1900.

Moniez R. Faune des eaux souterraines du Département du Nord et en particulier de la ville de Lille. Rev. biol. du nord de la France. T. 1, 1889.

Mrazek. Beitrag zur Kenntnis der Harpacticidenfauna des Süßwassers. Zool. Jahrb., Abteilung für Systematik etc. Bd. VII, 1894.

— Copepoden, Sonderausgabe aus Deutsch-Ostafrika. Bd. IV. Die Tierwelt Ostafrikas. Berlin 1895.

— Über das Vorkommen einer Süßwassernemertine (*Stichostemma Graecense* Böhm) in Böhmen. Sitzungsber. Kön. Böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1900.

Packard A. S. The Cave Fauna of North America, with Remarks on the Anatomy of the Brain and Origin of the Blind Species. National Academy Memoirs 4. 1888.

Pesta O. Copepodentypen. Aus den Sitzungsberichten der kaiserl. Akad. d. Wissensch. Wien. Mathem. naturw. Kl. Bd. CXVII, 1908.

Pratz E. Über einige im Grundwasser lebende Tiere. Beitrag zur Kenntnis der unterirdischen Crustaceen. St. Petersburg 1866.

Racovitza E. G. Essai sur les problèmes biospéologiques. Arch. zool. expér. et génér. 1907. 4. série, T. VI, No. 7.

Rehberg H. Zwei neue Crustaceen aus einem Brunnen auf Helgoland. Zool. Anz. 3. Jahrgang 1880.

— Weitere Bemerkungen über die freilebenden Süßwassercopepoden. Abhandlung des Nat. Vereins zu Bremen. Bd. VII, 1880.

— Beiträge zur Naturgeschichte niederer Crustaceen. Ebenda. Bd. IX, 1887.

Richard J. Description du Bradya Edwardsi. Copépode aveugle nouveau, vivant au Bois de Boulogne avec divers Entomostracés dans les eaux alimentées par le puits artésien de Passy. Mém. Soc. Zool. de France. T. III, 1890.

— Recherches sur le système glandulaire et sur le système nerveux des Copépodes libres d'eau douce, suivies d'une révision des espèces de ce groupe qui vivent en France. Ann. scienc. nat. zool. T. XII, 1891.

— Sur l'identité des genres Ilyopsyllus Brady et Rob. et Abacola Edwards. Description de Kyopsyllus Jousseaumei n. sp. Bull. Soc. Zool. France. T. 17, 1892.

— Note sur un Limnicythere du bois de Boulogne et Remarques sur Ectinosoma Edwardsi Richard. Ebenda. 1896.

— Entomostracés recueillis par M. Ch. Rabot à Jan Mayen et au Spitzberg. Ebenda. 1897.

La Roche R. Die Copepoden der Umgebung von Bern. Basel 1906.

Sars G. O. Oversigt af de indenlandske Ferskvandscopepoder. Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania Aar 1862.

— On the Crustacean Fauna of Central-Asia. Part. III. Copepoda and Ostracoda. Annuaire Mus. Zool. Acad. sc. St. Petersburg T. 8, 1903.

— Pazifische Planktoncrustaceen. Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific. Schauinsland 1896/97. Zool. Jahrb. (Syst. etc.). Bd. 19, 1904.

Scheffelt E. Die Copepoden und Cladoceren des südlichen Schwarzwaldes. Arch. Hydrob. und Planktonkunde. Bd. IV, 1909.

Schiner J. R. Fauna der Adelsberger-, Lueger- und Magdalenengrotte. Schmidl. Höhlenkunde des Karstes. Wien 1854.

Schmankewitsch Wl. Einige Krebse der Salzsee und süßen Gewässer und ihr Verhalten zu dem sie umgebenden Elemente. Schriften der neurussischen Gesellschaft der Naturf. Bd. III, 1875.

Schmeil O. Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden. Teil 1 und 2. Bibl. Zool. 1892 und 1893.

— Zur Höhlenfauna des Karstes. Zeitschrift für Naturwissenschaft. Halle. Bd. 66, 1894.

Schneider R. Amphibisches Leben in den Rhizomorphen bei Burgk. Sitzungsbericht d. kgl. preuß. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. Bd. XXXIX, 1886.

Scott Th. On some new or rare Scottish Entomostroca. Ann. Mag. Nat. Hist. 6. Ser., Vol. 11, 1893.

— The invertebrate Fauna of the inland Waters of Scotland. Part. VI. 14. Annual Report of the Fishery Board for Scotland 1896.

— and Duthie R. The inland Waters of the Shetland Islands. Part. II. Ebenda.

— — An account of the Examination of some of the Lochs of Shetland. Ebenda. 1897.

— Invertebrate Fauna of the inland waters of Scotland. Part. VII. Ebenda.

— Some Observations on British Freshwater Harpactids. Ann. Mag. nat. Hist. (7). Vol. 11, 1903.

Simon M. E. Filistata Grandidieri sp. nov. Araignée cavernicole de Madagaskar. Bull. Mus. hist. nat. 7, 1901.

Steinmann P. Die Tierwelt der Gebirgsbäche. Annal. Biol. lacust. T. II, 1907

— und Graeter E. Beiträge zur Kenntnis der schweiz. Höhlenfauna Zool. Anz. Bd. XXXI, No. 25, 1907.

Steuer. Copepoden und Cladoceren des süßen Wassers aus der Umgebung von Triest. Verhandl. zool. bot. Gesellsch. Wien. Jahrgang 1897.

Studer Th. Faune du lac de Champex. Arch. sc. phys. nat. Per. 3, T. 30, 1893.

Thiébaud M. Contribution à la biologie du lac de Saint Blaise. Ann. Biol. lac. T. III, 1908.

— Les Entomostracés du Canton de Neuchâtel. Ebenda.

Thienemann A. Die Tierwelt der kalten Bäche und Quellen auf Rügen. Mitteilungen des naturwissenschaftl. Vereins für Neupommern und Rügen zu Greifswald. 38. Jahrgang, 1907.

— Das Vorkommen echter Höhlen- und Grundwassertiere in oberirdischen Gewässern. Archiv für Hydrobiologie u. Planktonkunde. Bd. IV, 1908.

Ulrich C. J. A contribution to the subterranean fauna of Texas. Trans. Micr. Soc. Bd. XIII, 1901.

Vejdowsky F. Tierische Organismen in den Brunnengewässern von Prag. Prag 1882.

— Über einige Süßwasseramphipoden. Sitzungsbericht d. kgl. böhm. Gesellschaft d. Wiss. Prag 1896.

— Zur Frage der Augenrudimente von Niphargus. Sitzungsbericht d. kgl. böhm. Gesellschaft d. Wiss. Prag 1900.

Viré A. La faune obscuricole des Conduites d'Eau de Seine de la Ville de Paris. Bull. Mus. Hist. Nat. T. III, 1897.

Viré A. La faune souterraine de France. Paris 1900.
— La faune souterraine du puits de Padirac (Lot). Comptes rendus hebd. des séances de l'acad. des sciences. T. 138, 1904.
Verhoeff C. Einige Worte über europ. Höhlenfauna. Zool. Anz. Bd. 21, 1898.
Vosseler J. Die freilebenden Copepoden Württembergs und angrenzender Gegenden. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 22. Jahrgang 1886.
Zacharias O. Das Plankton des Laacher Sees. Zool. Anz. Bd. 25, 1909.
Zimmer Carl. Das tierische Plankton der Oder. Forschungsberichte aus der biolog. Station zu Plön. Teil 7.
Zschokke F. Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. Neue Schweizer Denkschrift. Bd. XXXVII, 1900.
— Die Tierwelt der Schweiz in ihren Beziehungen zur Eiszeit. Rektoratsrede. Basel 1900.
— Die Tiefenfauna des Vierwaldstättersees. Verhandl. d. Naturf.-Gesellschaft. Luzern 1905.

Figurenerklärung.

A. Tafeln.

Fig. 1. *Cyclops teras* mihi, ♀. Habitusbild.
„ 2. „ *macrurus* var. *subterranea* mihi, ♀. Habitusbild.
„ 3. „ *crinitus* mihi, ♀, Habitusbild.
„ 4. „ „ „ Abdomen mit unvollkommen gefülltem Receptaculum.
„ 5. „ „ „ Furka.
„ 6. „ *Zschokkei* nov. spec., ♀. Habitusbild.
„ 7. „ *unisetiger* mihi, ♀. Habitusbild.
„ 8. „ „ „ „ gequetschtes Exemplar.
„ 9. „ „ „ „ Abdomen mit 4. u. 5. Fußpaar und Receptaculum seminis.
„ 10. *Canthocamptus* spec. mit säbelförmigem Spermatophor.
„ 11. „ *varicus* nov. spec., ♂, ventrale Ansicht von Abdomen und Furka.
„ 12. „ „ „ „ „ Fuß des vierten Paares.

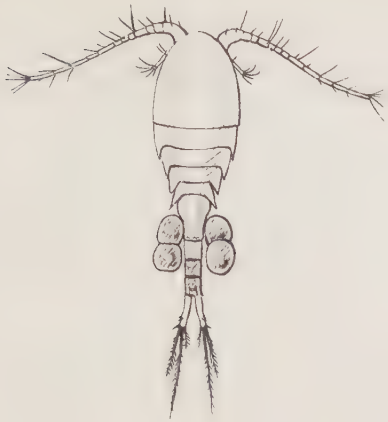
B. Textfiguren.

Fig. 13. *Cyclops teras* mihi, Receptaculum seminis und fünftes Fußpaar.
„ 14. „ „ „ Furka.
„ 15. „ *macrurus* var. *subterraneus* mihi, fünftes Fußpaar u. Receptaculum.
„ 16. „ *crinitus* mihi, ♀, gefülltes Receptaculum.
„ 17. „ „ „ „ rudimentäres Füßchen.
„ 18. „ *Zschokkei* nov. spec., ♀, unvollständig gefülltes Receptaculum.
„ 19. „ „ „ „ „ vollständig „ „
„ 20. „ *unisetiger* mihi, ♀, Furka.

Vita.

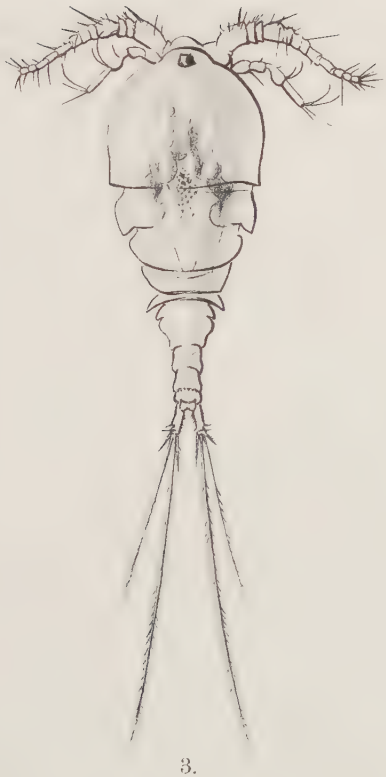
Ich, Eduard Graeter, aus Basel, wurde am 3. Januar 1881 in Basel geboren, als Sohn des verstorbenen Lehrers Albert Graeter von Basel und der verstorbenen Elisa Zoé geb. Campiche von Les Verrières.

Bis zum Frühjahre 1900 besuchte ich die Schulen meiner Vaterstadt, die Primarschule und beide Gymnasien, und nachher die Vorlesungen der Universität bis zum Jahre 1904. Während dieser vier Jahre absolvierte ich das erste propädeutische Examen (1902) für Mediziner, sowie das Mittellehrerexamen (1904). Die folgenden zwei Jahre verbrachte ich als Hauslehrer in Brasilien und auf einer Reise nach Nordamerika. Nach meiner Rückkehr wandte ich mich dem Studium der Zoologie zu und verfaßte unter der Leitung von Herrn Professor Zschokke verschiedene Publikationen, darunter meine Dissertation. Einen Teil meiner freien Zeit verwandte ich zu Privatunterricht und Stunden an der Knabensekundarschule. Meine akademischen Lehrer waren die Herren: v. Bunge, R. Burckhardt †, Corning, Fichter, Fischer, Flatt, Griesbach, E. Hagenbach, Heman, Joel, Kollmann, Metzner, Piccard, Reinle, Senn, Schimper †, Steinmann und Zschokke.

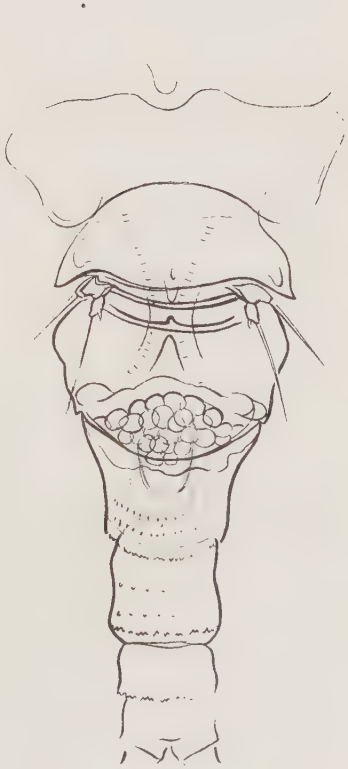


1.

2.



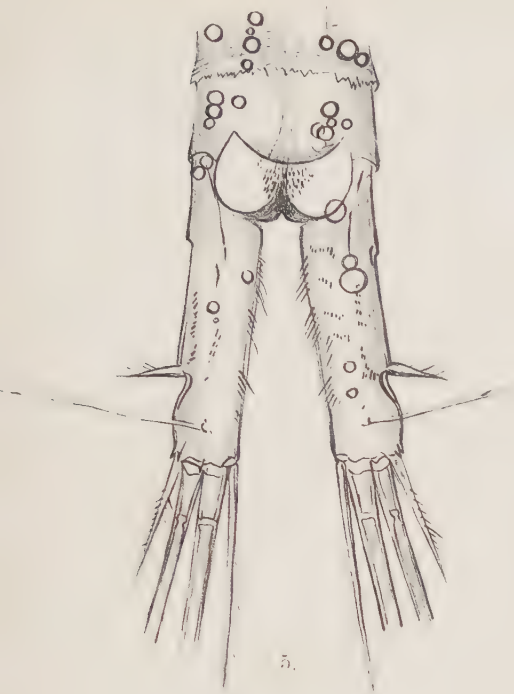
3.



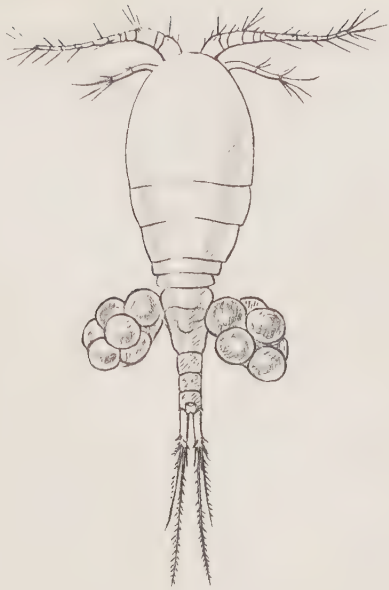
4.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

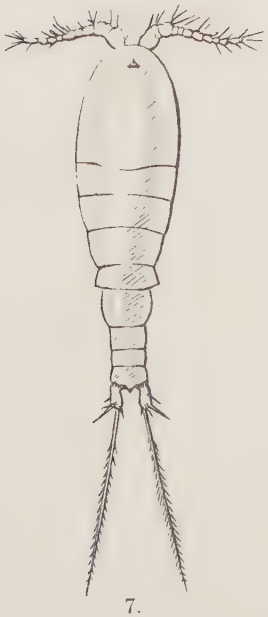
E. Graeter: Die Copepoden der unterirdischen Gewässer.



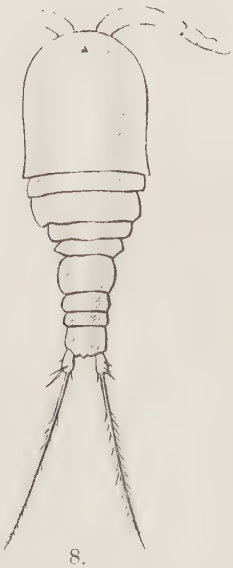
5.



6.



7.



8.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

9.

10.

11.

12.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.